

История великих изобретений

Элмер Эллсворт Бернс

The Story of Great Inventions

Elmer Ellsworth Burns



Электронная книга проекта "Гутенберг" из Истории великих изобретений

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: История великих изобретений

Автор: Элмер Элсворт Бернс

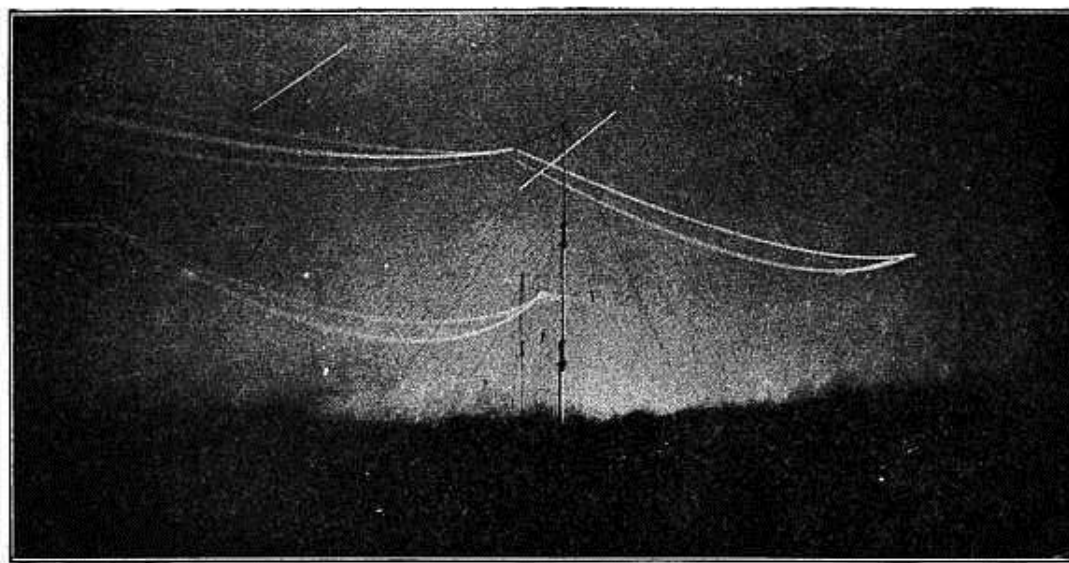
Дата выхода: 3 октября 2011 г. [Электронная книга № 37609]

Последнее обновление: 13 января 2023 г.

Язык: Английский

Титры: Продюсерами выступили Анна Холл, Альберт Ласло, Мэтью Уитон и команда онлайн-редакторов, распространяющих корректуру по адресу <http://www.pgdp.net>

*** ЗАПУСК ПРОЕКТА "ЭЛЕКТРОННАЯ КНИГА ГУТЕНБЕРГА" ИСТОРИЯ ВЕЛИКИХ ИЗОБРЕТЕНИЙ"

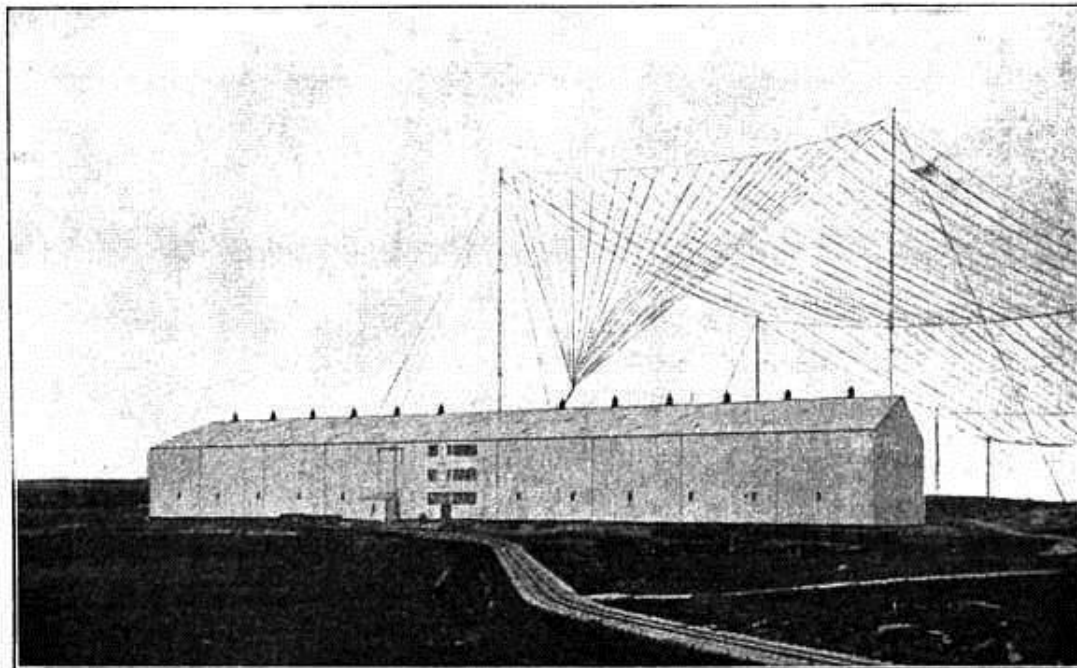


MARCONI WIRELESS TELEGRAPH STATION, CLIFDEN, IRELAND

СТАНЦИЯ БЕСПРОВОДНОГО ТЕЛЕГРАФА МАРКОНИ, КЛИФДЕН, ИРЛАНДИЯ

Сфотографирован ночью во время отправки сообщения через Атлантику.

Тот, кто стоит рядом со станцией, слышит ужасающий щелчок электрического разряда, но света не видно. Странный свет, исходящий от сети проводов, невидим глазу, но улавливается фотопластинкой.



THE SAME STATION PHOTOGRAPHED BY DAYLIGHT

ТА ЖЕ СТАНЦИЯ, СФОТОГРАФИРОВАННАЯ ПРИ ДНЕВНОМ СВЕТЕ

ИСТОРИЯ ВЕЛИКИХ ИЗОБРЕТЕНИЙ

АВТОР : ЭЛМЕР ЭЛЛСВОРТ БЕРНС

Преподаватель физики в средней школе Джозефа Медилла, Чикаго

СО МНОЖЕСТВОМ ИЛЛЮСТРАЦИЙ



ИЗДАТЕЛЬСТВО HARPER & BROTHERS ,
НЬЮ - ЙОРК И ЛОНДОН ,
МСМХ

Авторское право, 1910, издательство Harper & Brothers

Опубликовано в ноябре 1910 года.
Напечатано в Соединенных Штатах Америки

Содержание

ГЛАВА I

ЭПОХА АРХИМЕДА

Архимед - первый великий изобретатель.—Битва при Сиракузах.—Принцип Архимеда.Изобретения древних греков Страница 1

ГЛАВА II

ЭПОХА ГАЛИЛЕЯ

Галилей и битва за истину.—Часы с маятником.—Эксперимент Галилея с падающей дробью.—Телескоп. —Борьба Галилея.—Торричелли и барометр.—Отто фон Герике и воздушный насос.—Роберт Бойль и давление воздуха и пара.—Паскаль и гидравлический пресс.—Ньютон.—Гравитация.—Цвета при солнечном свете Страница 9

ГЛАВА III

ВОСЕМНАДЦАТЫЙ ВЕК

Джеймс Уатт и паровая машина.—Первая паровая машина с поршнем.—Двигатель Ньюкомена.—Двигатель Уатта.—Лошадиная сила двигателя.— Лейденская банка.- Проводники и изоляторы.—Два вида электрического заряда.— Эксперимент Франклина с воздушным змеем.—Громоотвод.-Гальвани и электрический ток.—Вольты и электрическая батарея Страница 34

ГЛАВА IV

ФАРАДЕЙ И ПЕРВАЯ ДИНАМО—МАШИНА

Граф Румфорд.—Эксперимент графа Румфорда с пушкой.—Дэви.—Электрические

открытия Фарадея.—Эрстед и электромагнетизм.—Ампер.—Араго.—Первый электродвигатель Фарадея.—Электрический ток, создаваемый магнитом.—Обнаружение и измерение электрического тока.—Электрический ток, создаваемый магнитным полем другого тока.—Динамо Фарадея.—Удивительный закон природы Страница 55

ГЛАВА V

ВЕЛИКИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ ДЕВЯТНАДЦАТОГО ВЕКА

Электрические батареи.—Сухая батарея.—Аккумуляторная батарея.—Динамо—машина.—Динамо-машина Сименса.—Барабанная арматура.—Динамо-машина Эдисона с составной обмоткой.—Электричество.—Первая электрическая железная дорога.—Электрическое освещение.—Телеграф.—Двусторонняя телеграфия.—Телефон.—Фонограф.—Газовые двигатели.—Паровоз.—Как работает локомотив.—Турбина Страница 88

ГЛАВА VI

ПЕРСПЕКТИВЫ ДВАДЦАТОГО ВЕКА

Воздушные корабли.—Аэроплан.—Как самолет Райта удерживается на плаву.—Подводные лодки.—Несколько полезных волчков.—Вагон монорельсовой дороги.—Жидкий воздух и сильнейший холод.—Электрическая печь и сильнейший жар.—Беспроволочный телеграф.—Беспроволочный телефон.—Чудеса переменного тока.—Рентгеновские лучи и радий Страница 173

ПРИЛОЖЕНИЕ

Краткие заметки о важных изобретениях Страница 237

Указатель Страница 247

ИЛЛЮСТРАЦИИ

На фиг.

МАРКОНИ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ-ТЕЛЕГРАФНАЯ СТАНЦИЯ, КЛИФДЕН,
Ирландия

той же станции фотографируются при дневном свете

1—Битва при Сиракузах

СТРАНИЦА

фронтиспис

2–Галилея маятник часов	11
3–воздушный термометр	14
4–Торричелли эксперимент	19
5–Герике воздуха насос	22
6–Герике вода барометр	24
7–лифт-насос	25
8–простой гидравлический пресс	26
9–КАК ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРЕСС РАБОТАЕТ	28
10–ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРЕСС С РЕМЕННЫМ ПРИВОДОМ НАСОСА	29
11–НЬЮТОНА ЭКСПЕРИМЕНТ С ПРИЗМОЙ	32
12–ПАПИН ДВИГАТЕЛЯ	36
13–В НЬЮКОМЕНА, НА РЕМОНТЕ ЧЕГО ВАТТ ПРИВЕЛО К ЕГО ВЕЛИКИМ ОТКРЫТИЯМ	39
14–ЦИЛИНДР ВТ ПАРОВОЙ ДВИГАТЕЛЬ	41
15–МЯЧ ГУБЕРНАТОР	42
16–ЛЕЙДЕНСКУЮ БАНКУ	43
17–ФРАНКЛИНА КАЙТ ЭКСПЕРИМЕНТА	47
18–ВОЛЬТА ОБЪЯСНЯЯ ЕГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ БАТАРЕИ НАПОЛЕОНА БОНАПАРТА	52
19–ПЕРВАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ БАТАРЕЯ	54
20–ГРАФ РУМФОРД ЭКСПЕРИМЕНТ С ПУШКОЙ, ЧТО ДЕЛАЕТ ВОДА ЗАКИПИТ БЕЗ ОГНЯ	60
21–ЭКСПЕРИМЕНТ ЭРСТЕДА	66
22–КАТУШКА С ТОКОМ, ПРОТЕКАЮЩИМ ЧЕРЕЗ НЕГО ДЕЙСТВУЕТ КАК МАГНИТ	67
23–БРУСОК МЯГКОГО ЖЕЛЕЗА С ТОКОМ, ПРОТЕКАЮЩИМ ВОКРУГ НЕГО СТАНОВИТСЯ МАГНИТОМ	67
24–ДВУХ КАТУШЕК С ТОКАМИ, ТЕКУЩИМИ В ОДНОМ НАПРАВЛЕНИИ ПРИТЯГИВАЮТСЯ ДРУГ К ДРУГУ	68
25–ДВУХ КАТУШЕК С ТОКАМИ, ТЕКУЩИМИ В ПРОТИВОПОЛОЖНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ, ОТТАЛКИВАЮТСЯ ДРУГ ОТ ДРУГА	68
26–АРАГО ЭКСПЕРИМЕНТ	70
27–ОДИН ПОЛЮС МАГНИТА ВРАЩАЕТСЯ ВОКРУГ ПРОВОДА, ПО КОТОРОМУ ТЕЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК	71
28–КОГДА МАГНИТ СУНУЛ В КАТУШКИ ПРОВОЛОКИ ВЫЗЫВАЕТ ТОК В КАТУШКЕ, НО ТОК ТЕЧЕТ ТОЛЬКО ТОГДА, КОГДА МАГНИТ ДВИЖЕТСЯ	73
29–МОТОК ПРОВОЛОКИ ВОКРУГ КОМПАСА-ИГЛЫ	74
30–ФАРАДЕЯ ИНДУКЦИИ-КАТУШКИ	76
31–ИСТОРИЧЕСКИЕ ПРИБОР ФАРАДЕЯ В КОРОЛЕВСКОМ ИНСТИТУТЕ	77

32–ФАРАДЕЯ СНАЧАЛА "ДИНАМО"	78
33–ФАРАДЕЯ ЛАБОРАТОРИИ, ГДЕ ПЕРВАЯ У "ДИНАМО" БЫЛО ПРИНЯТО	79
34–ПЕРВЫЙ ТРАНСФОРМАТОР	80
35–"МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ" - ЭТО ПРОСТРАНСТВО ВОКРУГ МАГНИТА, В КОТОРОМ ОН БУДЕТ ПРИТЯГИВАТЬ ЖЕЛЕЗО	81
36–МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ПОДКОВООБРАЗНОГО МАГНИТА	81
37–А ДАНИЭЛЯ СОТОВОГО	90
38–ГРАВИТАЦИОННАЯ КЛЕТКА	91
39, ПОКАЗЫВАЯ, ЧТО В СУХОМ БАТАРЕИ	92
40–АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ ПОКАЗЫВАЯ В "СЕТИ"	94
41–В АККУМУЛЯТОРНОЙ ПЛАСТИНЫ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ ИЗ ЛИСТОВОГО СВИНЦА	95
42–ОСЕРА ЭЛЕКТРОМАГНИТ	97
43–ЭЛЕКТРОМАГНИТ С БОЛЬШИМ КОЛИЧЕСТВОМ ВИТКОВ ИЗ ИЗОЛИРОВАННОГО ПРОВОДА	98
44–ЭЛЕКТРОМАГНИТ ПОДЪЕМА ДВЕНАДЦАТЬ ТОНН ЧУГУНА	99
45–В "ДИНАМО" С "СИМЕНС" АРМАТУРА	101
46–КОЛЬЦО ЯКОРЯ	102
47–ПЕРВЫХ, "ДИНАМО", ЗАПАТЕНТОВАННЫЙ В США	103
48–БАРАБАН ЯКОРЯ, ПОКАЗЫВАЯ, КАК КАРКАС ИЗ ЧЕТЫРЕХ КАТУШЕК НАМОТАНА	104
49–СЕРИЯ-РАНА ДИНАМО	106
50–ШУНТ-РАНА ДИНАМО	107
51–СОСТАВНОЕ ЗАВОДОМ "ДИНАМО"	108
52–ОДИН ИЗ ЭДИСОНА ПЕРВЫЙ ДИНАМО	109
53–ДИНАМО-МАШИНА, УСТАНОВЛЕННАЯ НА ТЕЛЕЖКЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ВАГОНА	110
54–ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОВОЗ	113
55–ПЕРВЫХ ЭДИСОН ЭЛЕКТРОВОЗ	115
56–ЭДИСОНА ПЕРВЫЙ ПАССАЖИРСКИЙ ПАРОВОЗ	117
57–ПЕРВЫЙ КОММЕРЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ	119
58–ЭДИСОН, АМЕРИКИ ВЕЛИЧАЙШИМ ИЗОБРЕТАТЕЛЕМ, ЗА РАБОТОЙ В СВОЕЙ ЛАБОРАТОРИИ	122
59–ЭДИСОН ЗНАМЕНИТАЯ ПОДКОВА БУМАГИ-ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ В 1870	123
60–ПЕРВЫХ КОММЕРЧЕСКИХ ЭДИСОНА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ-ОСВЕЩЕНИЕ РАСТЕНИЙ; УСТАНОВЛЕНА НА ПАРОХОДЕ "КОЛУМБИЯ" В МАЕ 1880	125
61–ТЕЛЕГРАФ ЭХОЛОТ	129
62–МОРСА ПЕРВОЙ ТЕЛЕГРАФНОЙ АППАРАТУРЫ	131
63–ТЕЛЕГРАФНОЙ ЦЕПИ С РЕЛЕ И ЭХОЛОТ	132

64–ПРОСТОЙ ТЕЛЕГРАФНОЙ ЦЕПИ	133
65–ПЕРВЫЙ ТЕЛЕГРАФ-ПРИБОР, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ДЛЯ КОММЕРЧЕСКОЙ РАБОТЫ	135
66–КАК ДВА СООБЩЕНИЯ ПЕРЕДАЮТСЯ ПО ОДНОМУ ПРОВОДУ ОДНОВРЕМЕННО	137
67–КАК ДВА СООБЩЕНИЯ ПЕРЕДАЮТСЯ ПО ОДНОМУ ПРОВОДУ ОДНОВРЕМЕННО. МОСТОВОЙ МЕТОД	139
68–ТЕЛЕФОННЫЙ ПРИЕМНИК И ПЕРЕДАТЧИК FIRST BELL	142
69–ТЕЛЕФОННАЯ ТРУБКА	143
70–ДВА ПРИЕМНИКА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КАЧЕСТВЕ ПОЛНОЦЕННОГО ТЕЛЕФОНА.	145
71–ПЕРЕДАТЧИК ИЗ УГЛЕРОДНОЙ ПЫЛИ.	146
72–ФОНОАВТОГРАФ, ПРЕДШЕСТВЕННИК ФОНОГРАФА.	149
73–ПЕРВЫЙ ФОНОГРАФ ЭДИСОНА И СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТ.	150
74-77–ЧЕТЫРЕХТАКТНЫЙ ГАЗОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ.	152
78–ДВУХТАКТНЫЙ ГАЗОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ. КРИВОШИП И ШАТУН ЗАКЛЮЧЕНЫ В ПОРШЕНЬ	154
79–SELDEN "EXPLOSION BUGGY", ПРЕДШЕСТВЕННИК СОВРЕМЕННОГО АВТОМОБИЛЯ.	155
80–НЕКОТОРЫЕ РАННИЕ ЛОКОМОТИВЫ.	158
81–КАК РАБОТАЕТ ЛОКОМОТИВ.	161
82–ДВИГАТЕЛЬ ГЕРОЯ.	164
83–ВОДЯНОЕ КОЛЕСО С ЗАГНУТЫМИ ЛОПАСТЯМИ.	165
84–ВОДЯНОЕ КОЛЕСО С ЗАГНУТЫМИ ЛОПАСТЯМИ.	166
85–ПАРОВАЯ ТУРБИНА ДЕ ЛАВАЛЯ.	167
86–СОВРЕМЕННАЯ ПАРОВАЯ ТУРБИНА С ПОДНЯТЫМ ВЕРХНИМ КОЖУХОМ, ДЕМОНИСТРИРУЮЩИМ ЛОПАСТИ.	168
87–СХЕМА ТУРБИНЫ, ПОКАЗАННАЯ На рис. 86	169
88–ПАРОВАЯ ТУРБИНА, ПРИВОДЯЩАЯ В ДЕЙСТВИЕ ДИНАМО-МАШИНУ МОЩНОСТЬЮ 14 000 ЛОШАДИНЫХ СИЛ	170
89–ВОЗДУШНЫЙ КОРАБЛЬ БРИТАНСКОЙ АРМИИ "НУЛЛИ СЕКУНДУС", ГОТОВЫЙ К ПОЛЕТУ	176
90–КОРЗИНА, МОТОР И ПРОПЕЛЛЕР ВОЗДУШНОГО КОРАБЛЯ БРИТАНСКОЙ АРМИИ "НУЛЛИ СЕКУНДУС"	178
91–ВОЗДУШНЫЙ КОРАБЛЬ ZEPPELIN	181
92– САМОЛЕТ ГРАФА ЦЕППЕЛИНА "ДОЙЧЛАНД", ПЕРВЫЙ ВОЗДУШНЫЙ КОРАБЛЬ РЕГУЛЯРНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК	182
93–ВОЗДУШНЫЙ КОРАБЛЬ "БОЛДУИН", ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ В АРМИИ США	183
94–В ПОЛНОМ ПОЛЕТЕ	185

95–ВОЗДУШНЫЙ КОРАБЛЬ "РАЙТ" В ПОЛЕТЕ	187
96–КАК ВОЗДУШНЫЙ КОРАБЛЬ "РАЙТ" УДЕРЖИВАЕТСЯ На ПЛАВУ	189
97–СИДЕНЬЕ И МОТОР САМОЛЕТА "РАЙТ"	191
98–МОНОПЛАН "БЛЕРИО"	192
99– "ПЛУНЖЕР"	195
100–ПОДВОДНАЯ ЛОДКА США "АКУЛА", ГОТОВАЯ К ПОГРУЖЕНИЮ	197
101–ПЕРВЫЙ ПОДВОДНАЯ ЛОДКА, ПОСТРОЕННАЯ В СОЕДИНЕННЫХ ШТАТАХ. ОНА ПОШЛА КО ДНУ Вместе С СЕМЬЮ УТОНУВШИМИ МУЖЧИНАМИ	198
102–КАК ЛЮДИ На ПОДВОДНОЙ ЛОДКЕ ВИДЯТ, НАХОДЯСЬ ПОД ВОДОЙ	199
103–ВОЛЧОК, КОТОРЫЙ ВРАЩАЕТСЯ НА ВЕРЕВОЧКЕ	200
104–ВАГОН, КОТОРЫЙ ХОДИТ По ОДНОМУ РЕЛЬСУ	202
105–ПРОИЗВОДСТВО АЛМАЗОВ—ПЕРВАЯ ОПЕРАЦИЯ	207
106–ПРОИЗВОДСТВО АЛМАЗОВ—ВТОРАЯ ОПЕРАЦИЯ	209
107–ПРОИЗВОДСТВО АЛМАЗОВ—ТРЕТЬЯ ОПЕРАЦИЯ	211
108–МАРКОНИ И ЕГО ПРИБОРЫ ДЛЯ ОТПРАВКИ И ПРИЕМА БЕСПРОВОДНОГО ТЕЛЕГРАФА	215
109–СХЕМА ОТПРАВКИ БЕСПРОВОДНОГО ТЕЛЕГРАФА УСТРОЙСТВО	217
110–СХЕМА ПРИЕМНОГО УСТРОЙСТВА БЕСПРОВОДНОГО ТЕЛЕГРАФА МАРКОНИ	218
111–ПРИЕМНИК ФОТОФОНА БЕЛЛА	223
112–ГАЗОВОЕ ПЛАМЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНО К ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ВОЛНАМ.	224
113–КАПИТАН ИНГЕРСОЛЛ НА БОРТУ АМЕРИКАНСКОГО ЛИНКОРА "КОННЕКТИКУТ" ПОЛЬЗУЕТСЯ БЕСПРОВОДНЫМ ТЕЛЕФОНОМ.	226
114–ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЛАМПА НАКАЛИВАНИЯ ЗАЖЖЕНА, НО НЕ ПОДКЛЮЧЕНА НИ К БАТАРЕЕ, НИ К ДИНАМО–МАШИНЕ.	229
115–ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАЗРЯД ПРИ ДАВЛЕНИИ 12 000 000 ВОЛЬТ, ТОК ВО ВТОРИЧНОЙ ОБМОТКЕ 800 АМПЕР	230
116–ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАЗРЯД ДЛИНОЙ ШЕСТЬДЕСЯТ ПЯТЬ ФУТОВ	231
117–ВРАЧ, ИССЛЕДУЮЩИЙ КОСТИ РУКИ С ПОМОЩЬЮ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ	233
118–Рентгеновский СНИМОК ГЛАЗА	234
119–ФОТОГРАФИЯ, СДЕЛАННАЯ РАДИЕМ	235

ВСТУПИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Великие изобретения являются неизменным источником интереса для всех нас, и особенно для мальчиков подросткового возраста. Динамо-машина, электродвигатель, телеграф с проводами и без них, телефон, воздушные корабли и многие другие изобретения возбуждают в нем интерес более глубокий, чем простое любопытство. Он хочет знать, как эти вещи работают и как они были изобретены. Мужчина настолько поглощен настоящим, что его мало волнует прошлое. С мальчиком все иначе. Он заботится об истории изобретений, и в этом он мудрее человека, ибо

только изучая ее происхождение и развитие, мы можем понять большее значение великого изобретения.

Великие изобретения берут свое начало в великих открытиях. Таким образом, история великих изобретений включает в себя историю открытий, из которых они возникли. Истории открытий и изобретений неотделимы от жизни людей, которые их сделали, и поэтому мы должны иметь дело с биографией, которая сама по себе представляет интерес для мальчика. Такая история - история физической науки на службе человечества.

Интерес молодежи к великим изобретениям не вызывает сомнений. Должны ли мы заглушить этот интерес чрезмерным вниманием к техническим деталям, или же мы должны относиться к ним как к чему-то жизненно важному в жизни современной молодежи?

Несколько цитат из Г. Стэнли Холла укажут точку зрения автора. "Молодежь находится на стадии гуманизма. Природа - это чувство, прежде чем оно становится идеей, формулой или полезностью". "Герои и исторические эпохи каждой отрасли [науки] добавляют еще одно необходимое качество к все еще в значительной степени гуманистической стадии". "Новое открытие, помимо его технических достижений, предполагает дополнительную обязанность сделать краткое и доходчивое популярное заявление в качестве дани уважения молодежи". Потребность в "кратком и доходчивом популярном заявлении" о появлении великих изобретений, составляющих материальную основу нашей современной цивилизации и все из которых новы для молодого ума, несомненно, остро ощущалась другими, как и автором. История наших великих изобретений была рассказана во множестве томов для взрослых читателей, но нигде эта история, полная человеческого интереса, не была рассказана в форме, подходящей для молодежи. Именно осознание этой потребности, вытекающей из многолетнего опыта преподавания этих дисциплин, побудило автора взяться за написание рассказа.

Цель этой книги - простым языком рассказать о том, как появились на свет наши великие изобретения, изобразить жизненную борьбу людей, которые их создали, и, рассказывая историю, объяснить принцип действия изобретений так, чтобы мальчик мог понять. Истории, которые здесь сплетены воедино, представляют великие эпохи в истории физики и призваны дать юному читателю связное представление о том, каким образом наши великие изобретения возникли на основе научных открытий, с одной стороны, и условий, которые мы можем назвать социальными и экономическими, с другой стороны. Если книга понравится юным читателям и приведет их к пониманию значения великого изобретения, автор почувствует, что его цель достигнута.

Автор в глубоком долгу перед доктором Чарльзом А. Макмарри и проф. Ньюэлл Д. Гилберт из Педагогической школы штата Северный Иллинойс; профессора К. Р. Манн и Р. А. Милликен из Чикагского университета; и проф. Дж. Джону Ф. Вудхаллу из Колумбийского университета - за прочтение рукописи и ценные предложения. Здесь также выражается признательность за ценную помощь в сборе материала для иллюстраций и рассылки писем. Такая благодарность принадлежит профессору А. Грею, Университет Глазго; проф. Антонио Фаваро, Королевский университет Падуи; профессор А. Заммарчи, Брешиа, Италия; г-н Никола Тесла; Королевский институт, Лондон; *Журнал McClure's*; *Журнал Technical World*; *Scientific American*; Компания Ellsworth Company; Компания Commonwealth-Edison Company; Ассоциация осветительных компаний Edison; Компания Electric Controller and Supply Company; Kelley-Koett Manufacturing Company; Компания Watson-Stillman Company; Компания Gould Storage Battery Company;

Компания Thordarson Electric Company; компания Westinghouse Machine Company; Компания Marconi Wireless Американская телеграфная компания и Берлинский завод Siemens-Schuckert.

Рисунки, иллюстрирующие эксперименты Фарадея, взяты из точных копий аппарата Фарадея, сделанных мистером Джозефом Г. Бранчем, автором книги *"Беседы об электричестве"*, и воспроизводятся с его любезного разрешения.

Е. Е. В.

Чикаго, июнь 1910 г..

ИСТОРИЯ ВЕЛИКИХ ИЗОБРЕТЕНИЙ

Глава I

ЭПОХА АРХИМЕДА

Архимед, Первый великий изобретатель

Архимед, первый великий изобретатель, жил в Сиракузах более двух тысяч лет назад. Сиракузы были греческим городом на острове Сицилия. Царь Сиракуз Гиерон проявлял большой интерес к открытиям Архимеда.

Однажды Архимед сказал царю Гиерону, что своими силами он может сдвинуть любой вес. Он даже сказал, что, если бы существовала другая земля, на которую он мог бы отправиться, он мог бы перемещать эту землю, куда ему заблагорассудится. Царь, полный изумления, попросил его доказать правдивость его заявления, передвинув какой-нибудь очень тяжелый груз. После чего Архимед приказал вытащить на берег одну из царских галер. Это требовало много рук и большого труда. Управив кораблем и погрузив на борт его обычную поклажу, он встал на некотором расстоянии и легко повел рукой конец механизма, который состоял из множества канатов и блоков, ведя корабль по песку так плавно и бережно, как если бы он шел под парусом. Король, весьма удивленный, уговорил Архимеда изготовить для него всевозможные машины, которые можно было бы использовать как для нападения, так и для защиты при осаде.

Битва при Сиракузах

При жизни царя Гиерона Сиракузам не доводилось пользоваться военными машинами Архимеда. Внук короля Гиерона, унаследовавший трон, был тираном. Он попытался свергнуть суверенитет Рима и вступил в союз с Карфагеном. Его жестокость по отношению к собственному народу была настолько велика, что после короткого правления он был убит. Какое-то время в Сиракузах царила анархия, римские и антиримские партии боролись за господство. Антиримская партия овладела городом, римляне, чтобы снова подчинить Сиракузы,

подготовились к нападению с моря и суши. Именно тогда Сиракузам понадобились военные машины, созданные Архимедом (рис. 1).

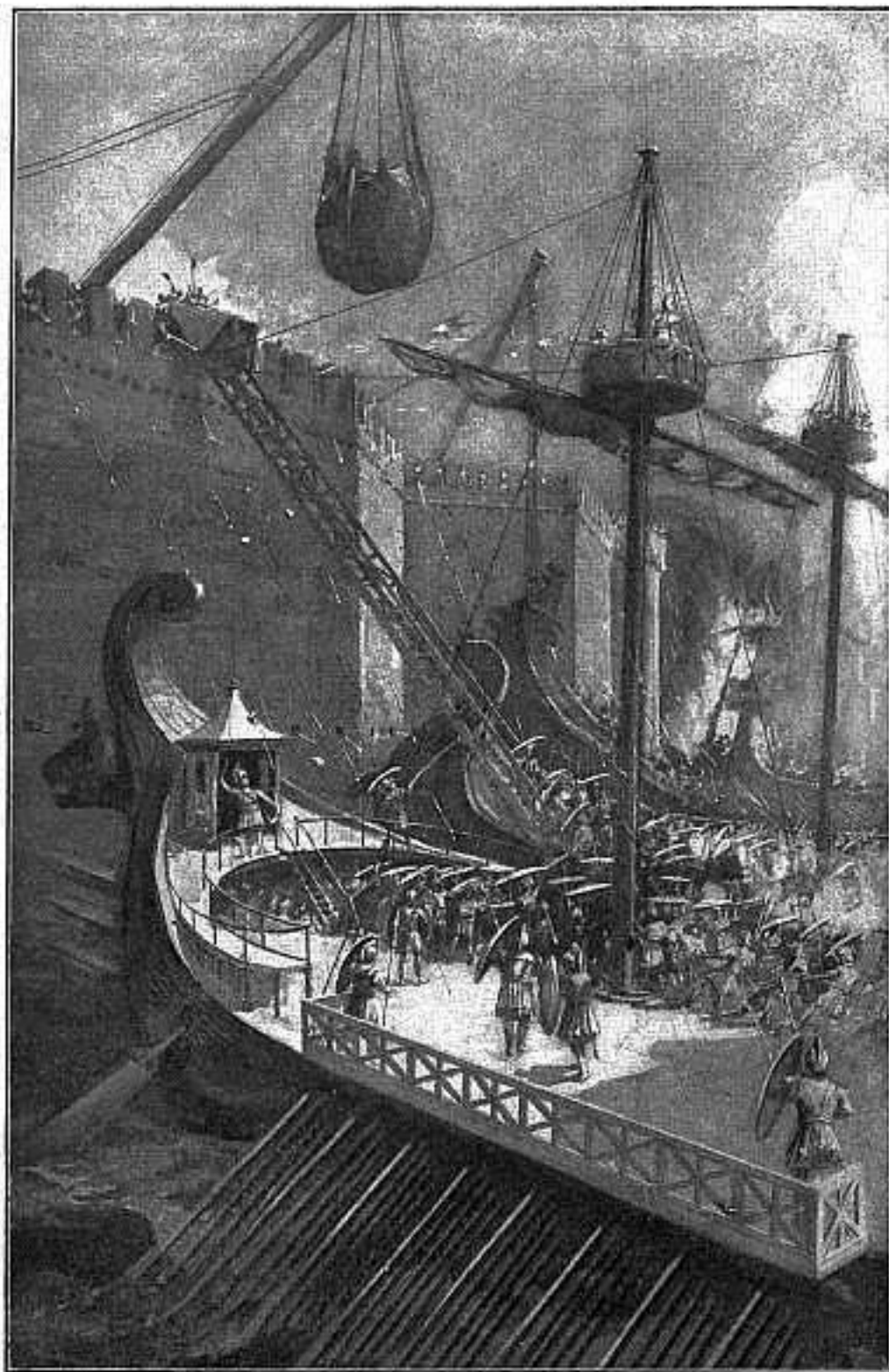


FIG. 1—THE BATTLE OF SYRACUSE

СИРАКУЗАХ

Город, защищенный изобретениями Архимеда.

РИС. 1 –БИТВА ПРИ

Римляне пришли с большими сухопутными войсками и флотом. Они были уверены, что в течение пяти дней смогут завоевать город. Но бывают случаи, когда один человек с мозгами стоит больше, чем целая армия. В последовавшей битве Архимед со своими изобретениями был более чем достойным соперником римлян.

Город был силен благодаря тому факту, что стена с одной стороны тянулась вдоль цепи холмов с нависающими вершинами; с другой стороны, основание стены было близко к морю.

Флот из шестидесяти кораблей под командованием Марцелла обрушился на город. Корабли были полны людей, вооруженных луками, пращами и дротиками, с помощью которых можно было выбивать людей, сражавшихся на зубчатых стенах. Восемь кораблей были соединены попарно. На этих двухместных судах гребли внешними веслами каждой пары. На каждой паре кораблей была лестница шириной в четыре фута и такой высоты, чтобы доставать до верха стены. Каждая сторона лестницы была защищена перилами, а к верхнему концу лестницы было прикреплено небольшое покрытие, похожее на крышу, называемое пентхаусом. Это покрытие служило для защиты солдат до тех пор, пока они не доберутся до верха стены. Они думали подвести эти двойные корабли поближе к берегу, поднять лестницы с помощью канатов и блоков до тех пор, пока они не упрутся в стену, затем взобраться на стену и захватить город.

Но Архимед держал наготове арбалеты, и, когда корабли были еще на некотором расстоянии, он стрелял во врага камнями и дротиками, ранив их и сильно раздражая. Когда они начали поднимать оружие над головами, он использовал арбалеты меньшего размера с меньшей дальностью, так что камни и дротики постоянно падали в их середину. Таким образом, он остановил их продвижение, и в конце концов Марцелл, отчаявшись, был вынужден подвести свои корабли под покровом ночи. Но когда они приблизились к суше, причем слишком близко, чтобы попасть под обстрел из арбалетов, они обнаружили, что у Архимеда было наготове еще одно изобретение. Он проделал в стене высотой с человеческую голову множество бойниц, которые снаружи были размером примерно с ладонь. Внутри стены он разместил лучников и людей с арбалетами, чтобы расстреливать морских пехотинцев. С помощью этих средств он не только сбил врага с толку, но и убил большее их количество. Когда они попытались воспользоваться своими лестницами, то обнаружили, что у него были наготове подъемные краны вдоль всех стен, невидимые в другое время, но которые внезапно возвышались над стеной изнутри и протягивали свои балки далеко над зубчатыми стенами, причем некоторые из них несли камни весом около пятисот фунтов, а другие огромные массы свинца. Итак, всякий раз, когда корабли приближались, эти балки поворачивались на своих осях и с помощью веревки, пропущенной через блок, сбрасывали камни на корабли. В результате они не только разнесли корабли вдребезги, но и убили многих солдат на борту.

Еще одна машина, созданная Архимедом, представляла собой "железную руку", или абордажный крюк, который раскачивался на цепи и перемещался краном. Крюк опускали на нос корабля, и когда он зацеплялся, корабль поднимали до тех пор, пока он не становился на корму, затем быстро опускали, в результате чего он либо тонул, либо сливал большое количество воды.

С помощью таких неизвестных ранее машин Архимед отбросил врага. На стороне суши использовались аналогичные машины. Римляне были доведены до такого состояния ужаса, что

"если они видели только веревку или палку, перекинутую через стены, они кричали, что Архимед направляет на них какую-то машину, поворачивались спиной и убегали".

Однако после долгой осады голод вынудил сиракузян сдаться. Марцелл так восхищался гением Архимеда, что отдал приказ не причинять ему вреда. Однако при последовавшем за этим разграблении города Архимед был убит римским солдатом.

Римский историк Ливий записывает, что "Архимед, сосредоточенный на каких-то фигурах, которые он нарисовал в пыли, хотя неразбериха была настолько велика, насколько это возможно, был предан смерти солдатом, который не знал, кто он такой; что Марцелл был сильно опечален этим, и что были предприняты усилия по его похоронам, в то время как его родственники также были тщательно разысканы и получили честь и защиту из-за его имени и памяти".

Принцип Архимеда

Иеронимо, когда он стал царем Сиракуз, постановил, что золотая корона большой ценности должна быть помещена в определенный храм в качестве подношения богам и отправлена изготовителю золота нужного веса. В свое время корону поднесли королю, и это было прекрасное произведение искусства. Вес короны был таким же, как и у золота, но было распространено сообщение, что часть золота была вывезена, а на его место поставлено серебро. Иеро был разгневан, но не знал способа, которым можно было бы обнаружить кражу. Поэтому он попросил Архимеда уделить этому вопросу его внимание.

Пытаясь решить эту проблему, Архимед однажды отправился в баню. Забравшись в ванну, он увидел, что по мере погружения его тела вода вытекает из ванны. Он быстро понял, как можно решить проблему, радостно выскочил из ванны и, голышом прибежав домой, громко закричал: "Эврика! эврика!" (Я нашел это! Я нашел это!)

Используя кусочек золота и серебра, каждый из которых по весу равнялся короне, и большую вазу, полную воды, он доказал, что корона не была из чистого золота, и установил, сколько серебра было смешано с золотом.

Случай с золотой короной, возможно, стал отправной точкой изучения Архимедом твердых тел при погружении в жидкости. Каждый знает, что мальчик может поднять под водой тяжелый камень, который он не смог бы поднять из воды. В воде камень кажется легче. Нырять в ботинках на свинцовой подошве едва может ходить по суше, но легко ходит под водой. Когда ныряльщик всплывает, место, где он был, немедленно заполняется водой. Итак, сколько бы ни весила вода, которая заполняет место ныряльщика, именно столько веса ныряльщик потеряет, когда пойдет ко дну. То, что верно для ныряльщика, верно и для камня или любого другого предмета под водой. Камень, находящийся в воде, теряет столько же веса, сколько вес воды, которая заполнила бы его место. Это факт, который был открыт Архимедом и который называется "Принципом Архимеда".

Один древний автор говорит, что Архимед изобрел более сорока машин. Из них наиболее известны блок и снасть, бесконечный винт (червячная передача) и водяная улитка, или архимедов винт. Однако его восхищали не машины, а математика. Хотя он изобрел машины,

чтобы угодить своему королю, он считал такую работу пустяковой и мало интересовался обычными жизненными потребностями.

Изобретения древних греков

Повседневные жизненные потребности являются сегодня главной заботой величайших людей, и поэтому нам трудно сочувствовать такому взгляду Архимеда. Его точка зрения, однако, совпадала с точкой зрения других ученых людей его времени, согласно которой обычные жизненные потребности ниже достоинства ученого, и поэтому мы можем понять, почему греки сделали так мало великих изобретений.

Герой, живший на столетие позже Архимеда, изобрел паровую машину, которая, однако, была всего лишь игрушкой. Водяные часы, в которых впервые использовались зубчатые колеса, были изобретены другим греком по имени Ктесибус, который также изобрел силовой насос. Всасывающий насос был известен во времена Аристотеля, который жил примерно за столетие до Архимеда, но изобретатель неизвестен.

Об электричестве греки знали очень мало. Они знали, что янтарь, если его потереть, притягивает легкие предметы, такие как пыль или мякина. Греки называли янтарь "электроном", потому что он отражал яркость солнечного света, а их название солнца было "Электрон". От греческого названия янтара мы получили наше слово "электричество".

Греки знали о магнитах едва ли больше, чем об электричестве. На самом деле, их представления о магнитах нельзя назвать знаниями, поскольку они состояли в основном из легенд.

Они рассказали о пастухе Магнесе, который, наблюдая за своим стадом на горе Ида, внезапно обнаружил, что железный наконечник его посоха и гвозди от его обуви прилипли к камню; позже этот камень называли в его честь "камнем Магнес", или "Магнитом".

Они рассказывали невероятные истории о железных статуях, подвешенных в воздухе с помощью магнитов, и о кораблях, проплывающих мимо магнитных гор, когда каждый гвоздь и кусок железа на корабле улетал в гору, оставляя корабль разбитым на волнах.

Глава II

ЭПОХА ГАЛИЛЕЯ

Галилей и битва за истину

В течение восемнадцати столетий после времен Архимеда не было сделано ни одного важного изобретения. Люди искали истину там, где ее нельзя было найти. Они заглядывали в свои заплесневелые рукописи и спрашивали: "Что, по мнению великих философов, должно произойти?" вместо того, чтобы смотреть на природу и спрашивать: "Что же происходит?" И

когда появился человек, который осмелился усомниться в авторитете старых мастеров и обратиться к природе, чтобы узнать истину, все оружие, имевшееся в распоряжении старой школы, было брошено против него.

Давайте, находясь на таком расстоянии, не будем винить ни ту, ни другую сторону. Конфликт был неизбежен. Историческая случайность заключалась в том, что основная тяжесть атаки пришлось на человека, родившегося в Италии в 1564 году, и что битва велась главным образом в "Вечном городе", из которого столетия назад вышли легионы, завоевавшие мир.

Мальчик Галилей, которому суждено было стать центральной фигурой великого конфликта, был талантлив во многих отношениях. В игре на лютне он превосходил своего отца, который был одним из выдающихся музыкантов своего времени. Его мастерство в рисовании было таким, что известные художники представляли ему свои работы для критики. Он писал эссе о произведениях Данте и других классических писателей. Он забавлял своих товарищей-мальчишек, конструируя игрушечные машинки, которые, хотя и были изобретательными, не всегда срабатывали.

Он предпочитал механику, но, поскольку этот предмет не давал особых перспектив на прибыльную работу, он занялся изучением медицины в соответствии с пожеланиями своего отца.

На восемнадцатом году жизни он поступил в Пизанский университет. Здесь он встретил людей, которые отказывались думать самостоятельно, но решали каждый вопрос, ссылаясь на то, что говорили древние философы. Галилей не мог вынести такого рабского подчинения авторитету. Он так сильно самоутверждался, что получил прозвище "Спорщик", и из-за своих пререканий потерял стипендию в университете.

Он забросил учебу в медицине и тайно изучал математику. Его отец, узнав об этом, согласился, чтобы он стал математиком. Таким образом, он следовал своей склонности, хотя казалось, что она ведет прямо к бедности.

Часы с маятником

Будучи студентом Пизанского университета, он открыл закон маятников, который делает возможными наши часы с маятником. Во время своего богослужения в соборе он заметил, как раскачивается бронзовая лампа, которую отодвинули назад, чтобы зажечь. Засекая время его раскачивания с помощью своего пульса, единственных имевшихся у него часов, он обнаружил, что время одного взмаха оставалось прежним, хотя длина замаха становилась все меньше и меньше. Это открытие привело к его изобретению прибора, который врачи используют для измерения частоты пульса. Примерно пятьдесят лет спустя он изобрел часы с маятником (рис. 2).

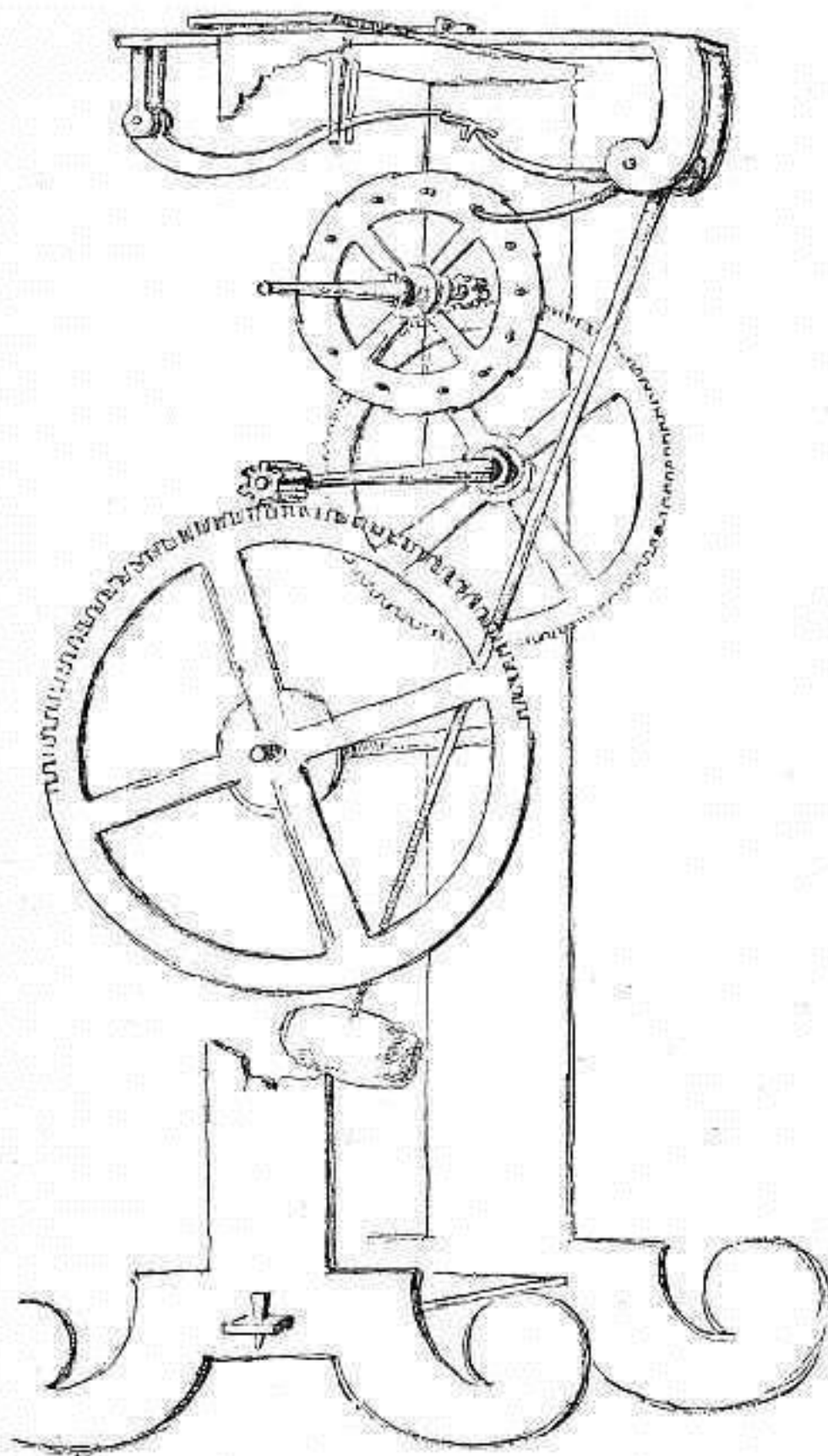


FIG. 2—GALILEO'S PENDULUM CLOCK

РИС. 2—ЧАСЫ С

МАЯТНИКОМ ГАЛИЛЕЯ

У него была только одна рука, которая не показана на картинке.

Нехватка средств вынудила его покинуть университет, не окончив курса. Он вернулся под родительский кров и продолжил свои научные занятия. Труды Архимеда были его любимым занятием. Взяв за отправную точку знаменитый эксперимент Архимеда с короной короля Иеронима, он открыл законы движения плавающих тел, которые объясняют, почему корабль или другой объект плавает по воде, и изобрел весы для взвешивания предметов в воде.

Но такая работа не приносила ничего более существенного, чем почет и известность. Были необходимы еда и одежда. В течение двух лет он безуспешно пытался найти работу. По истечении этого срока он был назначен профессором математики в Пизанском университете с великолепным жалованьем в шестьдесят скуди (около шестидесяти трех долларов) в год. "Но в шторм можно было зайти в любой порт, а в бедственном положении Галилея нельзя было отказываться даже от этого жалкого жалованья". Более того, он мог бы немного увеличить свой доход, занимаясь частным репетиторством.

Эксперимент Галилея с падающей дробью

Преподавая в Пизанском университете, он провел свой знаменитый эксперимент, сбросив с вершины падающей башни два снаряда, один из которых весил десять фунтов, другой - один фунт. Итак, согласно Аристотелю, десятифунтовая дробь должна попадать за одну десятую времени, требуемого для однофунтовой дроби. Но собравшаяся компания профессоров и студентов видела, как два выстрела стартовали вместе, упали вместе и ударились о землю в одно и то же мгновение, и все еще отказывалась верить собственным глазам. Они продолжали утверждать, что груз весом в десять фунтов достигнет земли за десятую часть времени, затрачиваемого весом в один фунт, потому что они могли процитировать главу и стих, в которых Аристотель заверял их, что это факт. Таким образом, Галилей нажил врагов у других профессоров, но какое-то время они ничего не могли сделать, кроме как раздражать его.

Примерно в это же время Галилей навлек на себя гнев великого герцога Тосканского, от которого он получил свое назначение. Ему было поручено изучить машину, изобретенную племянником великого герцога для очистки гаваней. Галилей прямо сказал, что машина ничего не стоит. Ее опробовали, и его мнение подтвердилось. Но подобно королям древности, которые убивали принесшего дурные вести, даже если эти вести были правдой, его враги сделали его положение настолько неприятным, что он ушел в отставку.

У него не было ни работы, ни денег. Смерть его отца, произошедшая примерно в это же время, возложила на него заботу о матери, никчемном брате и двух сестрах. В отчаянии он обратился за помощью к другу и добился назначения профессором математики в Падуанский университет. Его жалованье составляло сто восемьдесят флоринов (около девяноста пяти долларов), в то время как другие профессора получали более чем в десять раз больше.

Находясь в Падуе, Галилей был занят изобретательством. Он изобрел сектор, который встречается в большинстве случаев математических инструментов и используется в определенных видах рисования. Он также изобрел воздушный термометр (рис. 3), первый прибор для измерения температуры.

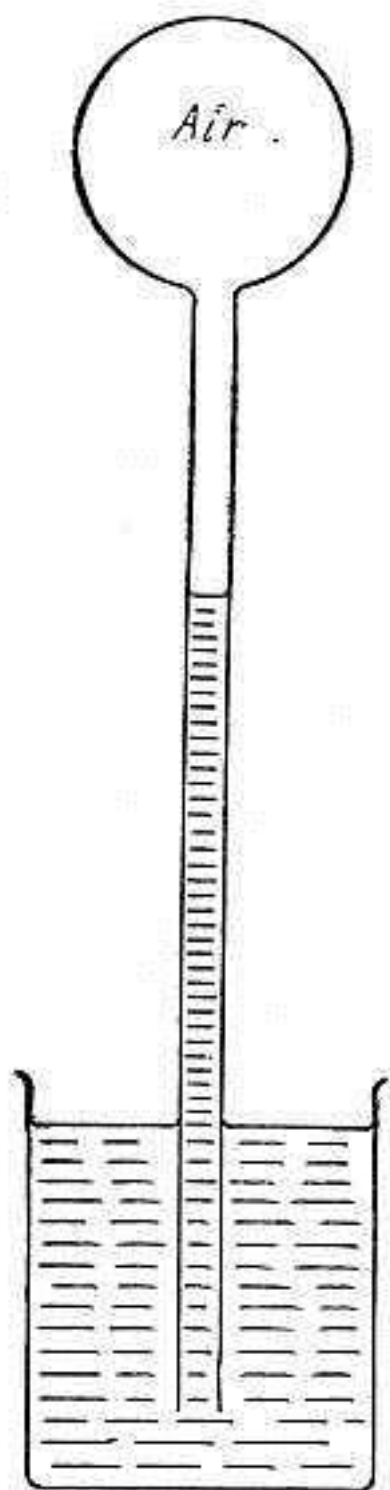


FIG. 3—AN AIR THERMOMETER

РИС. 3—ВОЗДУШНЫЙ ТЕРМОМЕТР

Когда воздух в колбе становится холоднее, он сжимается, и наружный воздух выталкивает Воду вверх по трубке. Когда воздух в колбе нагревается, он расширяется и вытесняет воду из трубки.

В 1604 году появилась новая звезда огромной яркости. Она продолжала светить с разной яркостью в течение восемнадцати месяцев, а затем исчезла. Это было странное событие, и Галилей воспользовался им. Он доказал, что новая звезда должна находиться среди самых удаленных небесных тел, и этот факт не согласовывался с точкой зрения Аристотеля о том, что небеса совершенны и, следовательно, никогда не меняются. Последовала жаркая полемика, и Галилей смело выступил в поддержку теории о том, что земля вращается вокруг солнца, при том, что в то время преобладало мнение, что земля не движется, но что солнце и другие небесные тела вращаются вокруг нее.

Телескоп

В 1609 году Галилей узнал об открытии, которое должно было иметь огромную ценность для мира, но стать источником неисчислимых неприятностей для него самого. Ученик голландского оптика, играя с очковыми линзами, случайно заметил, что если две линзы расположить в определенном положении, объекты, видимые через них, кажутся намного ближе. Галилей, узнав об этом, принялся за изготовление подзорной трубы, применяя свои знания о свете. За один день он сконструировал такой инструмент, в котором использовал две линзы, похожие на линзы современного театрального бинокля. Таким образом, в то время как открытие голландца было случайным, открытие Галилея было сделано путем рассуждений и, как мы увидим, было более плодотворным.

Галилей продолжал совершенствовать свой телескоп, пока не создал телескоп с тридцатикратным увеличением. Он был первым, кто применил телескоп для изучения небесных тел. Самым поразительным из его открытий было открытие спутников планеты Юпитер, которые он назвал новыми планетами.

Это вызвало ярость его врагов, которые высмеивали идею существования новых планет; "ибо, - говорили они, - чтобы увидеть эти планеты, их нужно сначала поместить внутрь телескопа". Волнение было сильным. Поэты воспевали Галилея. В его честь был устроен общественный праздник. Один из его учеников был заключен в башню Сан-Марко, куда он отправился для наблюдений в свой телескоп, и не мог сбежать, пока толпа не удовлетворила свое любопытство. Некоторые философы отказывались смотреть, чтобы не увидеть и не убедиться.

Борьба Галилея

Его враги стремились отнять у него честь его открытий. Некоторые утверждали, что сделали открытия раньше Галилея. Другие утверждали, что его открытия были ложными, что их единственное применение заключалось в удовлетворении тщеславия Галилея и жажды золота. В эти трудные времена дружба великого астронома Кеплера отразила некоторые из самых ожесточенных нападков.

Слава Галилея распространилась по всей Европе. Студентов прибывало огромное количество, так что у него почти не оставалось свободного времени для собственных занятий. Поэтому он решил покинуть Падую и получил назначение математиком и философом к великому герцогу Тосканскому. Это назначение привело его во Флоренцию. Именно здесь произошел инцидент, положивший начало преследованию, которое продолжалось до конца его жизни.

Читая историю этого конфликта, давайте вспомним, что в первую очередь это был конфликт не между Римско-католической церковью и Галилеем. Это был конфликт принципов. С одной

стороны были выстроены те, кто говорил, что люди всегда должны верить так, как верили древние писатели; с другой - те, кто говорил, что люди должны думать сами. В первой группе было большинство университетских профессоров и других людей, которые боялись введения новых верований, будь то в религии или науке. Во второй группе были Галилей и небольшая группа преданных последователей.

На обеде за столом великого герцога в Пизе разговор зашел о спутниках Юпитера. Некоторые хвалили Галилея. Другие осуждали его, говоря, что Священное Писание противоречит его теории движения земли. Друг сообщил об инциденте Галилею, и он ответил на аргументы своих оппонентов письмом, которое было обнародовано. Несомненно, острота его сарказма еще больше ожесточила его врагов. Он признал, что Священные Писания не могут лгать или ошибаться, но это, по его словам, не устраивает тех, кто пытается объяснить Священные Писания. В другом письме он с одобрением процитировал высказывание кардинала Барониуса: "Святой Дух намеревался научить нас в Библии, как попасть на Небеса, а не как устроены сами небеса".

Прозвучал первый выстрел. Битва продолжалась, и Церковь, поскольку она обладала самым мощным оружием нападения, была использована объединенными силами, чтобы сломить силу рассуждений Галилея. Он отправился в Рим, чтобы выступить в свою защиту, но Святая канцелярия приказала ему не утверждать и не учить, что солнце неподвижно и что земля движется вокруг солнца.

Во время другого визита в Рим Галилею показали инструмент, который, как говорили, показал бы блоху размером со сверчка. Галилей вспоминал, что за несколько лет до этого он так устроил телескоп, что видел мух, которые, по его словам, были размером с ягненка и сплошь покрыты шерстью. Это был первый микроскоп. Галилей быстро усовершенствовал прибор, и вскоре его микроскопы стали пользоваться большим спросом.

В нарушение постановления Церкви, которому он подчинился, он опубликовал свою самую известную работу, в которой защищал теорию о том, что земля движется вокруг Солнца. Книга была результатом работы всей его жизни, но Церковь считала ее опасной. Его вызвали в Рим. Прикованный к постели больного, он умолял об отсрочке, которая была предоставлена. Однако, прежде чем он пришел в себя, вызов был сделан императивным. Он должен был отправиться в Рим или быть закованным в кандалы. Он отправился в носилках, которые несли слуги великого герцога. В Риме он должен был предстать перед инквизицией. Там с ним обращались с уважением, которого никогда прежде не оказывали заключенным инквизиции. Он также не подвергался пыткам, как утверждали некоторые. Он был признан виновным в том, что проповедовал учение о том, что солнце не движется и что земля движется вокруг солнца. Его вынудили отречься и приговорили к заключению в тюрьму Святой Канцелярии и, в качестве епитимьи, к повторению раз в неделю в течение трех лет семи покаянных псалмов.

Он безоговорочно подчинился постановлению инквизиции, отрекся от своих "ошибок и ересей" и, положив руку на Библию, поклялся никогда больше не проповедовать запрещенное учение.

И теперь, хотя разбитому старику семидесяти четырех лет приказали молчать о главных результатах труда его жизни, ничто не могло погасить его преданности науке. В последние годы он опубликовал новую книгу, которая, наряду с его более ранними работами, дает ему право считаться основателем науки механики.

Изучая машины, Галилей обнаружил, что ни одна машина не будет выполнять работу сама по себе. Всякий раз, когда работает машина, человек, или лошадь, или какая-то другая сила воздействует на машину. Ни в коем случае машина не будет выполнять работу, не получив равного объема работы.

Торричелли и барометр

У Галилея был насос, который, как он обнаружил, не работал, когда вода была на тридцать пять футов ниже клапана. Он подумал, что насос поврежден, и послал за изготовителем. Создатель заверил его, что лучшего насоса не найти. Это привело Торричелли, одного из учеников Галилея, к открытию барометра. Люди говорили, что вода поднимается в насосе, потому что природа не терпит вакуума. Торричелли считал, что причиной подъема воды в насосе является давление воздуха, а не "ужас природы перед вакуумом". Он изобрел барометр для измерения давления воздуха.

Первый барометр представлял собой стеклянную трубку, заполненную быстрорастворимым серебром или ртутью (рис. 4). Пробирку закрывали с верхнего конца, а нижний конец, который был открыт, опускали в чашечку со ртутью. Он дал трубке постоять и увидел, что высота ртутного столба изменилась. Он полагал, что это произошло из-за изменения давления воздуха. Ветер, по словам Торричелли, вызывается разницей в давлении воздуха, которая происходит из-за неравномерного нагрева воздуха. По этой причине прохладный бриз дует с вершины горы в раскаленную долину или с моря на сушу в летний день.

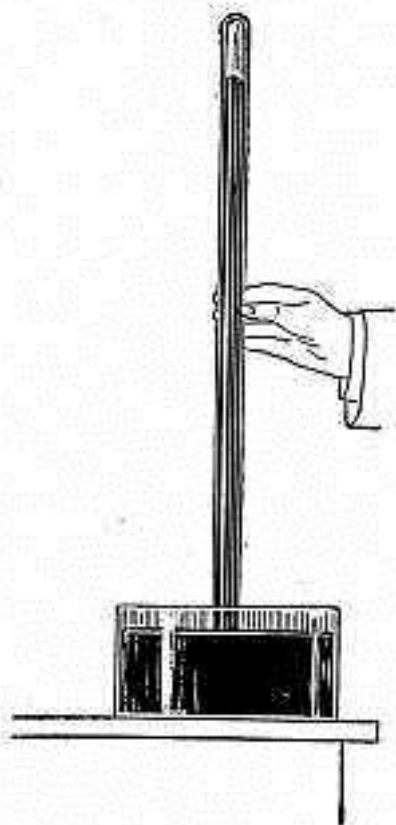


FIG. 4—TORRICELLI'S
EXPERIMENT

РИС. 4—ЭКСПЕРИМЕНТ ТОРРИЧЕЛЛИ

Отто фон Герике и воздушный насос

Примерно в это же время немецкий бургомистр Отто фон Герике из Магдебурга проводил эксперименты с давлением воздуха. Тридцатилетняя война бушевала тринадцать лет. Шведский король Густав Адольф высадился в Германии и одерживал победу за победой над имперскими войсками. Магдебург заключил союз со шведским королем, по которому ему был предоставлен свободный проезд по городу, в то время как, с другой стороны, он обещал городу защиту.

Имперская армия под командованием Тилли и Паппенгейма осадила город. С одной стороны, была надежда, что Густав прибудет вовремя, чтобы оказать помощь; с другой - решимость победить до того, как такая помощь сможет прибыть. Пока Густав был на пути к спасению, Магдебург был взят штурмом, и разыгралась самая ужасная сцена Тридцатилетней войны. Тилли отдал город на разграбление, и его солдаты безжалостно убивали мужчин, женщин и детей. Посреди кровавой бойни город был подожжен, и вскоре к ужасам меча добавились ужасы огня. Менее чем за двенадцать часов погибло двадцать тысяч человек.

Дом и семья Герике были спасены, но страдания города еще не закончились. Через пять лет враг снова оказался у стен, и Магдебург, находившийся тогда во владении шведов, был вынужден уступить объединенным саксонским и имперским войскам. Герике поступил на службу в Саксонию и снова был назначен мэром города.

Посреди этих сцен войны он нашел время продолжить учебу. Он изготовил первый воздушный насос и с его помощью провел эксперименты, которые привели к некоторым очень важным результатам.

Эксперименты, которые Герике проводил со своим воздушным насосом, привлекли внимание принцев, и особенно императора Фердинанда. Герике был призван провести свои эксперименты перед императором. Самый поразительный из этих экспериментов он провел с двумя полыми медными полусферами диаметром около фута, плотно подогнанными друг к другу. Когда воздух был откачан, шестнадцать лошадей едва смогли раздвинуть полушария, хотя, когда поступил воздух, они развалились под действием собственного веса.

Другой эксперимент, поразивший аудиторию, был проведен с цилиндром большого насоса (рис. 5). К поршню была привязана веревка. Эта веревка была перекинута через шкив, и большое количество мужчин приложили к веревке свою силу, чтобы удержать поршень на месте. Когда воздух был выпущен из цилиндра, поршень был опущен давлением воздуха, и людей с силой оторвало от земли. Этот эксперимент, как мы увидим, имел большое значение для изобретения паровой машины.

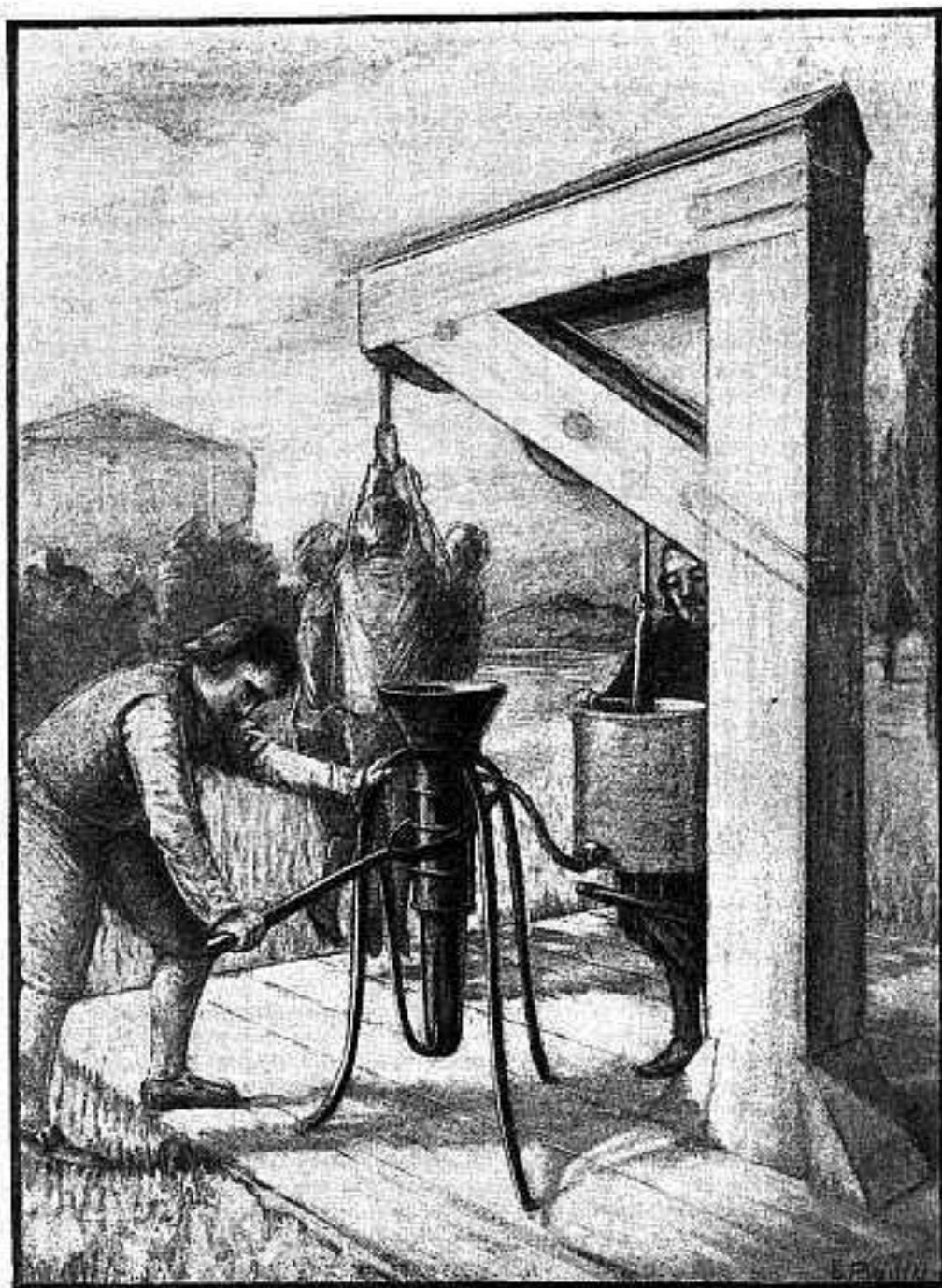


FIG. 5—GUERICKE'S AIR-PUMP

РИС. 5—ВОЗДУШНЫЙ

НАСОС ГЕРИКЕ

Людей поднимает с земли давление воздуха.

Изучение Герике давления воздуха привело его к созданию водяного барометра (рис. 6). Он состоял из стеклянной трубки длиной около тридцати футов, опускаемой в чашу с водой. Трубка была заполнена водой, а верхняя часть выступала над крышей дома. На воду в трубе он

поместил деревянное изображение человека. В хорошую погоду изображение можно было увидеть над крышей дома. С приближением грозы изображение исчезало из виду. Это побудило его суеверных соседей обвинить его в сговоре с сатаной.

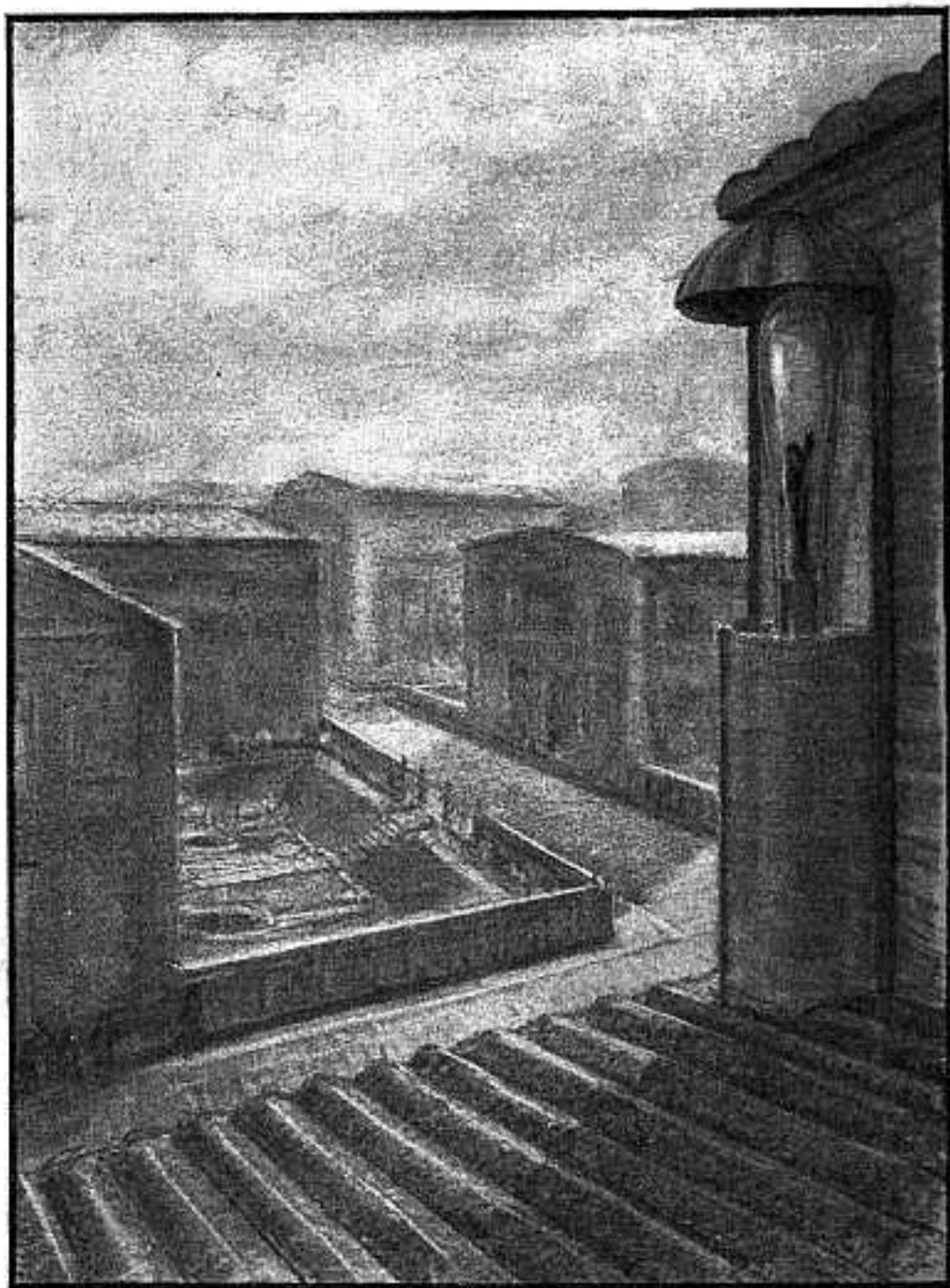


FIG. 6—GUERICKE'S WATER BAROMETER

БАРОМЕТР ГЕРИКЕ

РИС. 6—ВОДНЫЙ

В хорошую погоду изображение появлялось над крышей дома. Когда приближался шторм, изображение опускалось ниже крыши в дом.

Первая электрическая машина была изготовлена Герике. Это был просто шарик серы, вращающийся на деревянной оси. Он заметил, что, когда сухую руку прижимают к вращающемуся глобусу, глобус притягивает к себе кусочки бумаги и другие легкие предметы.

Роберт Бойль и давление воздуха и пара

Роберт Бойль из Англии усовершенствовал воздушный насос и провел с ним множество новых интересных экспериментов. Один из его экспериментов заключался в том, чтобы заставить воду закипеть с помощью воздушного насоса без подачи тепла. Теперь хорошо известно, что вода при кипячении на высокой горе не такая горячая, как при кипячении внизу, в долине. Это происходит потому, что давление воздуха на вершине горы меньше, чем в долине. Используя воздушный насос для снижения давления воздуха, можно довести воду до кипения, когда она еще довольно холодная для рук.

Бойль сравнил действие воздуха под давлением со стальной пружиной. "Пружина" воздуха очевидна для нас в пневматической шине велосипеда или автомобиля. Бойль обнаружил, что чем больше сжимается воздух, тем больше его давление, или "пружина", и что пар по мере расширения оказывает все меньшее и меньшее давление. Это важно в паровой машине.

Паскаль и гидравлический пресс

Именно француз Блез Паскаль неопровержимо доказал, что давление воздуха поддерживает температуру ртути в барометре и поднимает воду в насосе (рис. 7). У него были два ртутных барометра, совершенно одинаковых, установленных у подножия горы. Ртуть в каждом из них находилась на одинаковой высоте. Затем один барометр оставили у подножия горы, а другой отнесли на вершину, примерно на высоту трех тысяч футов. После этого ртуть во втором барометре оказалась более чем на три дюйма ниже, чем вначале. По мере того как барометр спускался с горы, ртуть медленно поднималась, пока у подножия не оказалась на той же высоте, что и вначале. Группа остановилась примерно на полпути вниз с горы, позволив барометру постоять некоторое время и внимательно наблюдая за ним. Они обнаружили, что уровень ртути был примерно на полтора дюйма выше, чем у подножия горы. За все это время высота ртутного столба в барометре, оставленном у подножия горы, не изменилась.

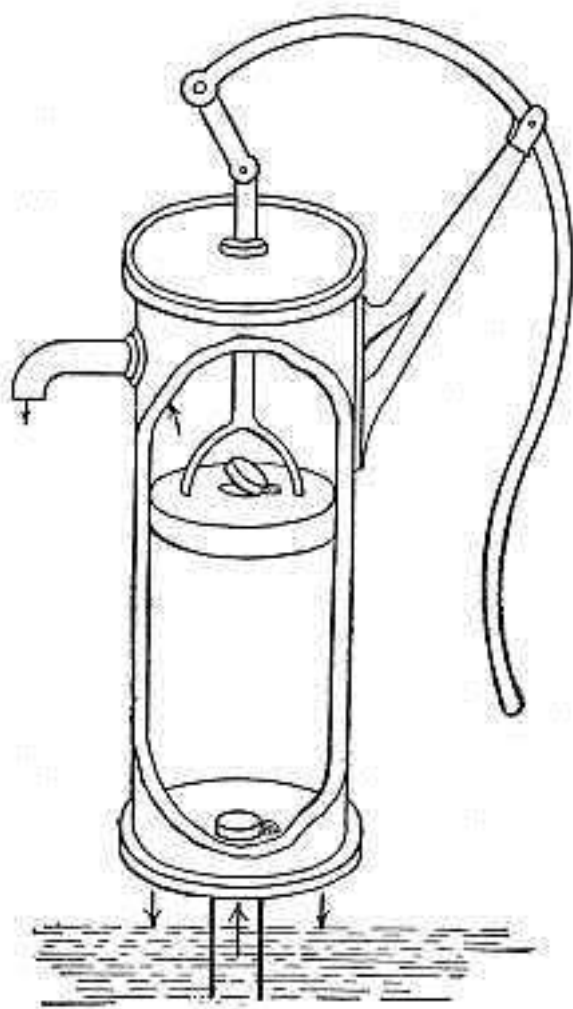


FIG. 7—A. LIFT-PUMP

РИС. 7—ПОДЪЕМНЫЙ НАСОС

Давление воздуха на воду в скважине вызывает подъем воды в насосе. Воздух может сделать это только тогда, когда работает поршень, удаляющий воздух или воду и снижающий давление внутри насоса.

Теперь известно, что когда барометр поднимают на высоту девятисот футов, ртуть стоит на дюйм ниже, чем у поверхности земли. На каждые девятьсот футов высоты ртутный столб опускается примерно на один дюйм. Таким образом, можно измерить высоту горы, и человек на воздушном шаре или воздушном корабле может сказать, на какой высоте он плавает. Однако для этой цели используется барометр, который легче переносить, чем ртутный барометр.

Паскаль изобрел гидравлический пресс, машину, с помощью которой, по его словам, он мог увеличивать давление до любой степени, что напоминает нам высказывание Архимеда о том, что он мог бы сдвинуть землю своей собственной рукой, если бы только у него было место для опоры. Паскаль смог так расположить свою машину, что человек, нажимающий с силой в сто фунтов на рукоятку, мог бы создать давление во много тонн. Фактически, человек может так устроить эту машину, что сможет поднимать любой вес (рис. 8).

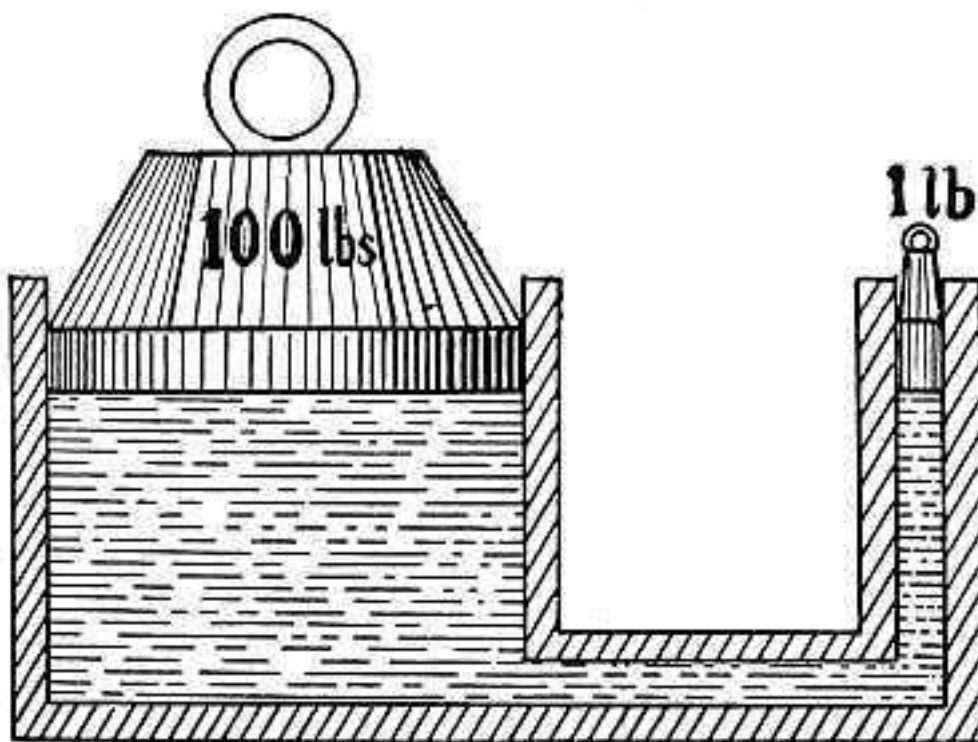


FIG. 8—A SIMPLE HYDRAULIC PRESS

РИС. 8—ПРОСТОЙ

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРЕСС

Гиря весом в один фунт вмещает сто фунтов.

Гидравлический пресс имеет два цилиндра. Один цилиндр должен быть больше другого. Два цилиндра заполнены жидкостью в виде воды или масла и соединены трубкой, чтобы жидкость могла перетекать из одного цилиндра в другой. В каждом цилиндре имеется плотно прилегающий поршень. Если один поршень имеет площадь в один квадратный дюйм, а другой - в сто квадратных дюймов, то каждый фунт давления на маленький поршень вызывает сотню фунтов давления на большой поршень. Сто фунтов на маленьком поршне подняли бы вес в десять тысяч фунтов на большом поршне. Но мы можем видеть, что большой поршень не может двигаться так же быстро, как маленький. Хотя мы можем поднимать очень тяжелый вес с помощью этого тренажера, мы должны ожидать, что этот тяжелый вес будет двигаться медленно. Должна быть потеря скорости, чтобы компенсировать увеличение поднятого веса (рис. 9). Гидравлический пресс с насосом с ременным приводом показан на рис. 10.

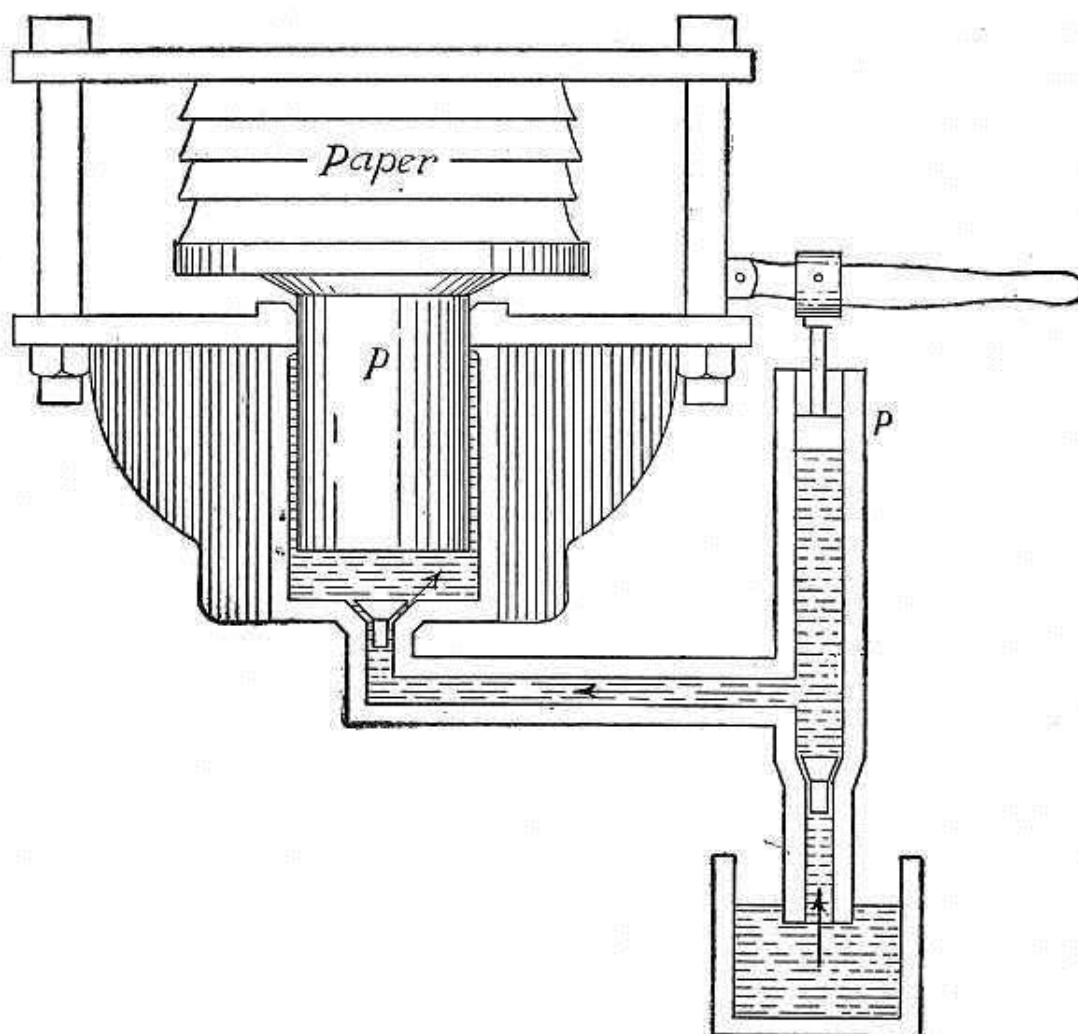
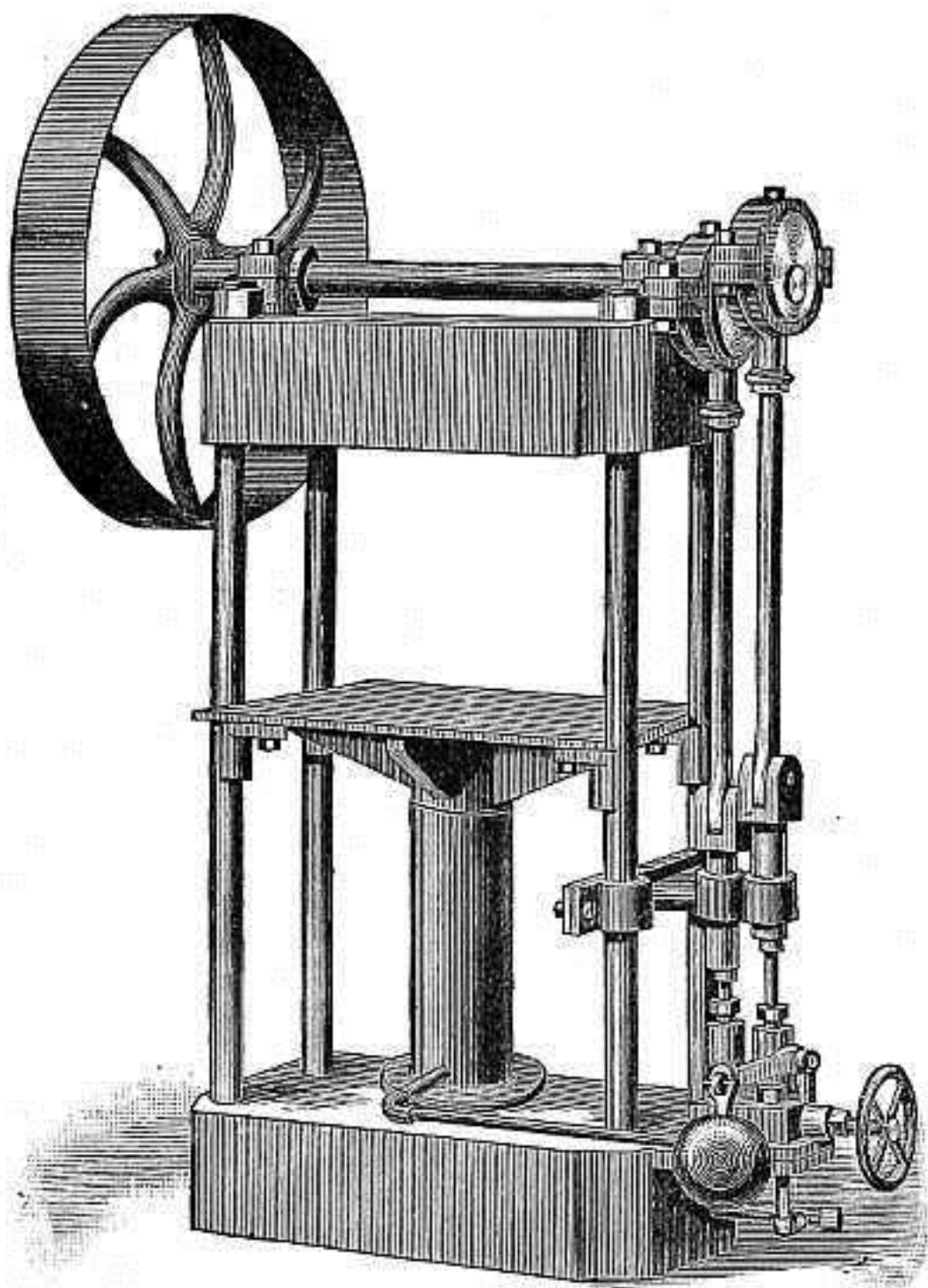


FIG. 9—HOW AN HYDRAULIC PRESS WORKS

РИС. 9—ПРИНЦИП

РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРЕССА

Один человек с машиной может оказать такое же давление, какое могли бы оказать сто человек без машины. Стрелки показывают направление, в котором жидкость нагнетается под действием поршня *p*. Большой поршень *P* поднимается вверх, таким образом сжимая бумагу.



**FIG. 10—AN HYDRAULIC PRESS WITH BELT-DRIVEN
PUMP**

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРЕСС С НАСОСОМ С РЕМЕННЫМ ПРИВОДОМ

Ньютон

РИС. 10—

Сэр Исаак Ньютон в детстве не проявлял никаких необычных талантов. В школе он несколько лет был отсталым и невнимательным, пока однажды мальчик, стоявший выше него в классе, не пнул его в живот. Это взбодрило его, и, чтобы отомстить за оскорбление, он посвятил себя учебе и быстро превзошел своего одноклассника-обидчика. Это пробудило в нем сильный дух, и вскоре он занял место во главе своего класса.

Ему доставляло удовольствие придумывать развлечения для своих одноклассников. Он сделал бумажных воздушных змеев и тщательно продумал наилучшую форму воздушного змея и количество точек, к которым можно прикрепить бечевку. Он прикреплял бумажные фонарики к этим воздушным змеям и запускал их темными ночами, к радости своих товарищей и ужасу суеверных деревенских жителей, которые принимали их за кометы, предвещающие какое-то великое бедствие. Он сделал игрушечную мельницу, которой управляла мышь, которую он назвал мельник; механическую тележку, приводимую в движение ручкой, которой управлял человек внутри, водяные часы, стрелка которых поворачивалась куском дерева, который опускался или поднимался под действием каплюющей воды.

В возрасте пятнадцати лет его мать, тогда вдова, забрала его из школы, чтобы взять на себя управление семейным поместьем. Но ферма пришлась ему не по вкусу. Овца сбилась с пути, а крупный рогатый скот вытоптал кукурузу, пока он просматривал книгу или работал с какой-нибудь машиной собственной конструкции. Его мать мудро разрешила ему вернуться в школу. После окончания курса в деревенской школе он поступил в Тринити-колледж в Кембридже.

Гравитация

Именно через год после окончания Кембриджа он сделал свое величайшее открытие — открытие закона всемирного тяготения. В Кембридже разразилась чума, спасаясь от которой, Ньютон удалился в свое поместье в Вулсторпе. И вот однажды он сидел один в саду, размышляя о чудесной силе, которая заставляет все тела падать на землю. "Та же сила, - подумал он, - которая заставляет яблоко падать на землю, заставляет тела падать на вершины самых высоких гор и в самые глубокие шахты. Разве она не может простираться дальше, чем вершины гор?" Разве она не может простираться даже до Луны? И если это так, то разве только эта сила не способна удержать луну на ее орбите, когда она изгибается в дугу камнем, брошенным из руки?

Затем последовали долгие вычисления, на выполнение которых потребовались годы. Видя, что результаты, вероятно, докажут его теорию тяготения, он был настолько потрясен, что не смог закончить работу. Когда это было сделано одним из его друзей, оказалось, что мысль Ньютона была верна — что сила тяготения, заставляющая тела падать на поверхность Земли, такая же, как сила, удерживающая Луну на ее орбите. Как земля и луна притягивают друг друга, так и каждая звезда и планета притягивают все остальные звезды и планеты, и это притяжение называется гравитацией.

Цвета при солнечном свете

Примерно в то же время, когда он сделал свои первые открытия относительно гравитации, он занялся изучением света с целью совершенствования конструкции телескопов. Его первый эксперимент состоял в том, чтобы впустить солнечный свет в затемненную комнату через круглое отверстие в ставне и позволить этому лучу света пройти через стеклянную призму к белому экрану за ее пределами. Он ожидал увидеть круглое пятно света, но, к его удивлению, свет превратился в полосу ярких цветов.

Он обнаружил, что свет, исходящий от солнца, не является простой вещью, а состоит из цветов, и эти цвета были разделены стеклянной призмой. Точно так же цвета солнечного света разделяются каплями дождя, образуя радугу. Цвета можно снова смешать, пропустив их через вторую призму. Затем они образуют белый свет.

Предположим, что солнечный свет не состоял бы из разных цветов, что все части белого света были бы одинаковы, тогда в природе не было бы цветов. Все деревья и цветы имели бы тусклый, свинцовый оттенок, а человеческое лицо имело бы вид карандашного наброска или фотографического снимка. Сама радуга превратилась бы в узкую арку белого света; солнце засияло бы на сером небе, и красота заходящего солнца сменилась бы серостью сумерек (рис. 11).

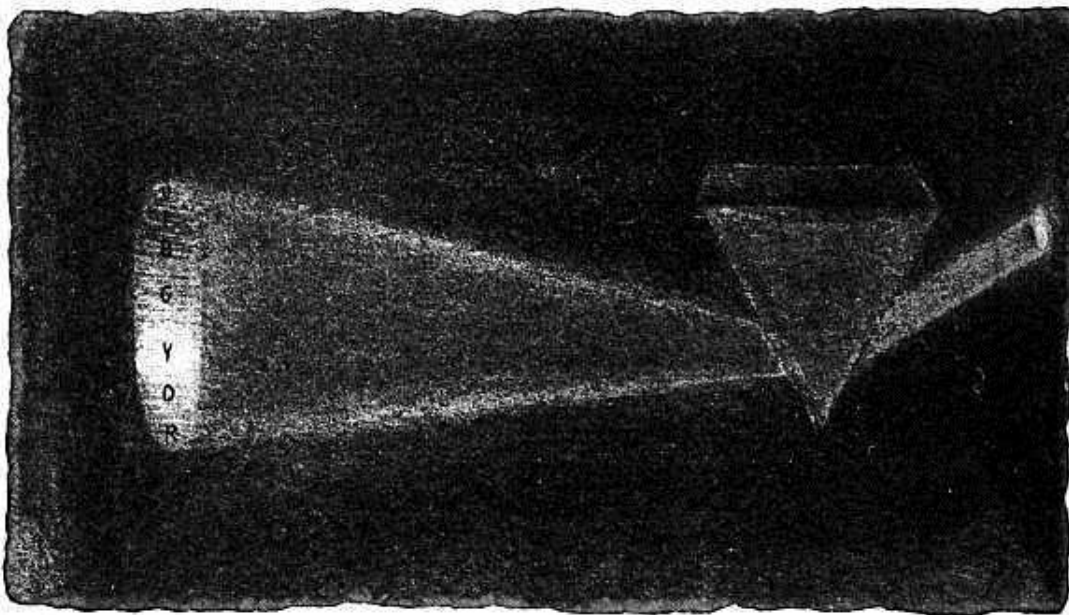


FIG. 11—NEWTON'S EXPERIMENT WITH THE PRISM

РИС. 11—

ЭКСПЕРИМЕНТ НЬЮТОНА С ПРИЗМОЙ

Солнечный свет разделен на цвета радуги. Семь цветов: фиолетовый, индиго, синий, зеленый, желтый, оранжевый, красный.

Одним из изобретений Ньютона был телескоп—рефлектор, то есть телескоп, в котором вместо линзы использовалось изогнутое зеркало. Он сделал такой телескоп длиной всего шесть дюймов, который увеличивал бы изображение в сорок раз.

Ньютон был членом Конвента, который объявил Джеймса II. больше не королем Англии и передал корону Уильяму и Марии. Королева Анна произвела его в рыцари в 1705 году.

Его знания в области химии были использованы на службе его стране, когда он был начальником Монетного двора. В его обязанности входило следить за чеканкой английских денег, которые были обесцечены нечестными чиновниками монетного двора. Он делал свою работу без страха и благосклонности.

Однажды ему предложили взятку в размере 6000 фунтов стерлингов (30 000 долларов). Он отказался от этого, после чего агент, сделавший предложение, сказал ему, что оно поступило от великой герцогини. Ньютон ответил: "Скажите леди, что если бы она сама была здесь и сделала мне это предложение, я бы пожелал, чтобы она ушла из моего дома; и поэтому я желаю, чтобы вы, или вас выгонят".

Хотя открытия Ньютона в мире мысли были одними из величайших, когда-либо сделанных человеком, он считал их незначительными по сравнению с еще не открытой истиной. Он сказал о себе: "Я не знаю, каким я могу показаться миру, но самому себе я кажусь всего лишь мальчиком, играющим на берегу моря и развлекающимся тем, что время от времени нахожу более гладкий камешек или более красивую ракушку, чем обычные, в то время как великий океан истины лежит передо мной совершенно неоткрытым".

Глава III

ВОСЕМНАДЦАТЫЙ ВЕК

Джеймс Уатт и паровая машина

Если бы вы посетили угольные шахты Англии и Шотландии триста лет назад, вы могли бы увидеть женщин, сгибающихся под корзинами с углем, с трудом взбирающихся по винтовым лестницам, ведущим из глубин шахт. На некоторых шахтах использовались лошади. Комбинация лебедки и блоков позволяла лошади поднимать тяжелое ведро с углем. Однако пришло время, когда медленные и грубые методы, подобные этому, не могли поставлять уголь так быстро, как это было необходимо. Более мелкие шахты истощались. Шахты следовало копать глубже. Спрос на уголь возрастал. Считалось, что запасов угля не хватит до конца столетия. Запасы древесины уже были исчерпаны. Казалось, что Англия столкнулась с топливным голодом.

Из этого затруднительного положения был только один выход. Должна быть изобретена машина, которая выполняла бы работу женщин и лошадей, машина, достаточно мощная, чтобы быстро поднимать уголь из самых глубоких шахт. Затем случилось так, что два великих изобретателя, Ньюкомен и Уатт, взялись за создание необходимой машины. Когда миру требуется изобретение, оно редко не появляется. Для мира, как и для отдельного человека, верно, что "Необходимость - мать изобретений".

Тем временем Торричелли провел свой знаменитый эксперимент с барометром, а Отто фон Герике поразил принцев доказательствами давления воздуха. Не было никакой очевидной связи между этими экспериментами и искусством добычи угля, однако эти открытия сделали возможным создание паровой машины, которая должна была произвести революцию сначала в угледобывающей промышленности, а затем и во всем промышленном мире.

Первая паровая машина с поршнем

Первую паровую машину с поршнем изготовил француз Дени Папен. Папен заметил, что в эксперименте Герике давление воздуха сбило с ног нескольких человек. Поэтому он подумал,

что воздух можно использовать для поднятия тяжестей и выполнения полезной работы. Но как ему создать вакуум? Его первой мыслью было взорвать порох под поршнем. Другие испытали пороховой двигатель и сочли его недостаточным. Затем он обратил свое внимание на пар и обнаружил, что если поршень поднимался под действием пара, а затем пар конденсировался, то под поршнем образовывался вакуум, и давление воздуха заставляло поршень опускаться. Если бы поршень был прикреплен к грузу с помощью троса, проходящего через шкив, то при опускании поршня он поднимал бы груз. Двигатель Папена состоял просто из цилиндра и поршня (рис. 12). Бойлера не было, но вода помещалась в цилиндр под поршнем. Под цилиндром был установлен огонь, и, когда вода закипала, пар поднимал поршень. Затем огонь убрали, и по мере охлаждения цилиндра пар конденсировался, и поршень опускался под давлением воздуха. Это был медленный и неудобный метод. Двигателю требовалось несколько минут, чтобы сделать один такт.

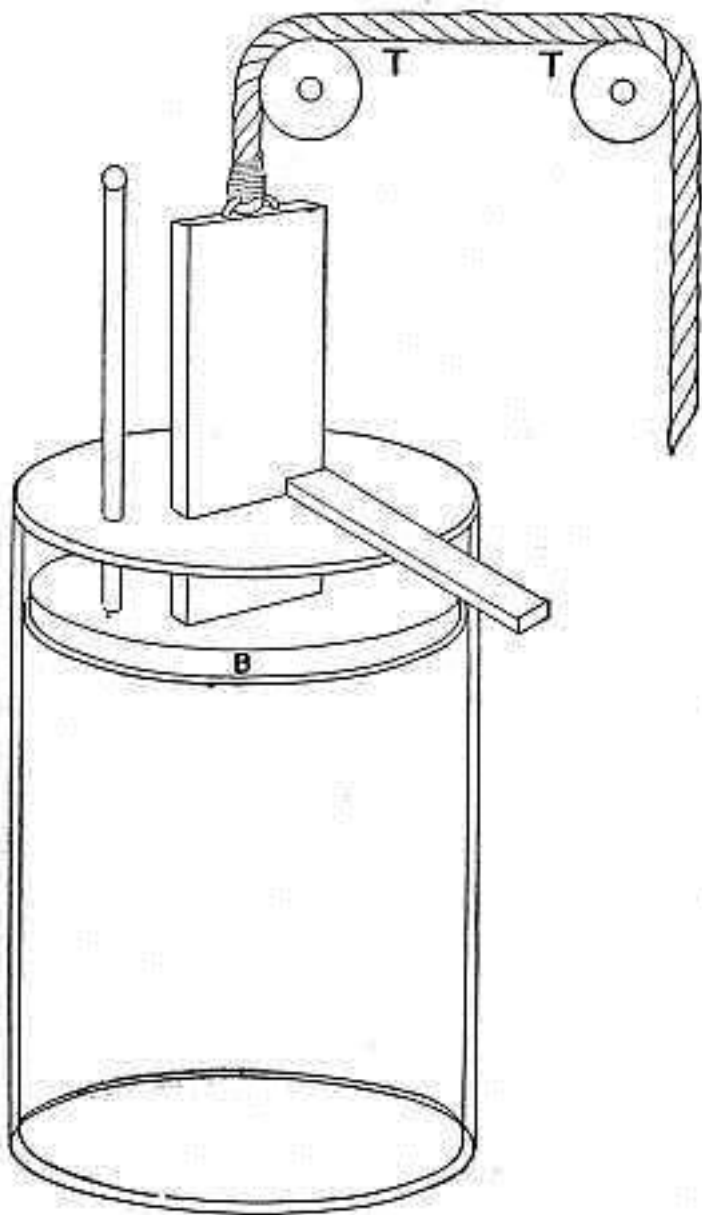


FIG. 12—PAPIN'S ENGINE

РИС. 12—ДВИГАТЕЛЬ ПАПЕНА

Первая паровая машина с поршнем. Когда поршень *В* опускался под действием давления воздуха, с помощью троса *ТТ*, проходящего через шкивы, поднимался груз.

Принцип двигателя Папена впервые был успешно применен Томасом Ньюкоменом. Ньюкомен был кузнецом по профессии, а его великий преемник Уатт был механиком. Таким образом, мы видим, что великие открытия вскоре становятся общим достоянием. Кузнец и механик вскоре учатся использовать открытия ученого.

Двигатель Ньюкомена

В двигателе Ньюкомена поршень приводил в движение шагающую балку, к которой был прикреплен насосный шток. Пар использовался просто для того, чтобы уравновесить давление

воздуха на поршень и позволить штоку насоса опускаться под действием собственного веса. Пар конденсировался в цилиндре, и давление воздуха заставляло поршень опускаться. Таким образом, работа по подъему воды в насосе выполнялась воздухом. Первый двигатель Ньюкомена делал двенадцать оборотов в минуту, и при каждом такте поднимал пятьдесят галлонов воды на пятьдесят ярдов. Он использовал этот двигатель для откачки воды из шахт, а также делал двигатели для подъема угля.

Сначала пар конденсировался путем обрызгивания холодной водой внешней поверхности цилиндра. Но однажды двигатель внезапно увеличил обороты и продолжил работать с необычной быстротой. Верхняя сторона поршня была покрыта водой, чтобы сделать поршень герметичным, и было обнаружено, что эта вода поступала в цилиндр через отверстие, которое было изношено в поршне, и эта струя холодной воды быстро конденсировала пар. Таково было происхождение "струйной конденсации".

После этого пар и вода поочередно подавались в цилиндр через краны, поворачиваемые вручную. Мальчик Хамфри Поттер, которому была доверена эта работа, снискал известность тем, что привязал веревочки к петухам таким образом, что двигатель сам поворачивал петухи, и мальчик, Хамфри, мог свободно играть. Это устройство положило начало клапанному механизму.^[1]

^[1] Любое устройство, с помощью которого паровая машина приводит в действие клапаны, пропускающие пар в цилиндр, называется "клапанным механизмом". Одной из форм клапанного механизма является рычажный механизм, изобретенный Стивенсоном. Эта форма будет описана в связи с локомотивом. Простой шток клапана, приводимый в движение эксцентриком, который используется на большинстве стационарных двигателей, также является формой клапанного механизма.

Широко использовался двигатель Ньюкомена. Были углублены оловянные и медные рудники Корнуолла. Угольные шахты были затоплены на вдвое большую глубину, чем это было возможно. Но по мере того, как шахты углублялись, стоимость эксплуатации двигателей возрастала. Самые большие двигатели потребляли угля на сумму около 15 000 долларов в год. Двигатель Ньюкомена потреблял около двадцати восьми фунтов угля в час на лошадиную силу, в то время как современный двигатель потребляет менее двух фунтов. Опять же, из-за возросшей стоимости шахты были заброшены. Такова была ситуация, когда на поле боя появился Джеймс Уотт.

Уотт за один год освоил ремесло механика в лондонской мастерской, и, поскольку он не прошел семилетнего обучения, Гильдия молотобойцев, профсоюз того времени, отказала ему в приеме, и этот отказ означал отказ от трудоустройства. Однако он нашел приют в Университете Глазго, и там ему предоставили небольшую мастерскую, где он мог изготавливать инструменты для продажи.

Двигатель Ватта

Небольшой двигатель Ньюкомена, принадлежащий Университету Глазго, вышел из ремонта. Лондонским механикам не удалось заставить его работать. Работу поручили Уатту. Чтобы он мог идеально поработать над этим двигателем, он изучил все, что было тогда известно о паре (рис. 13).

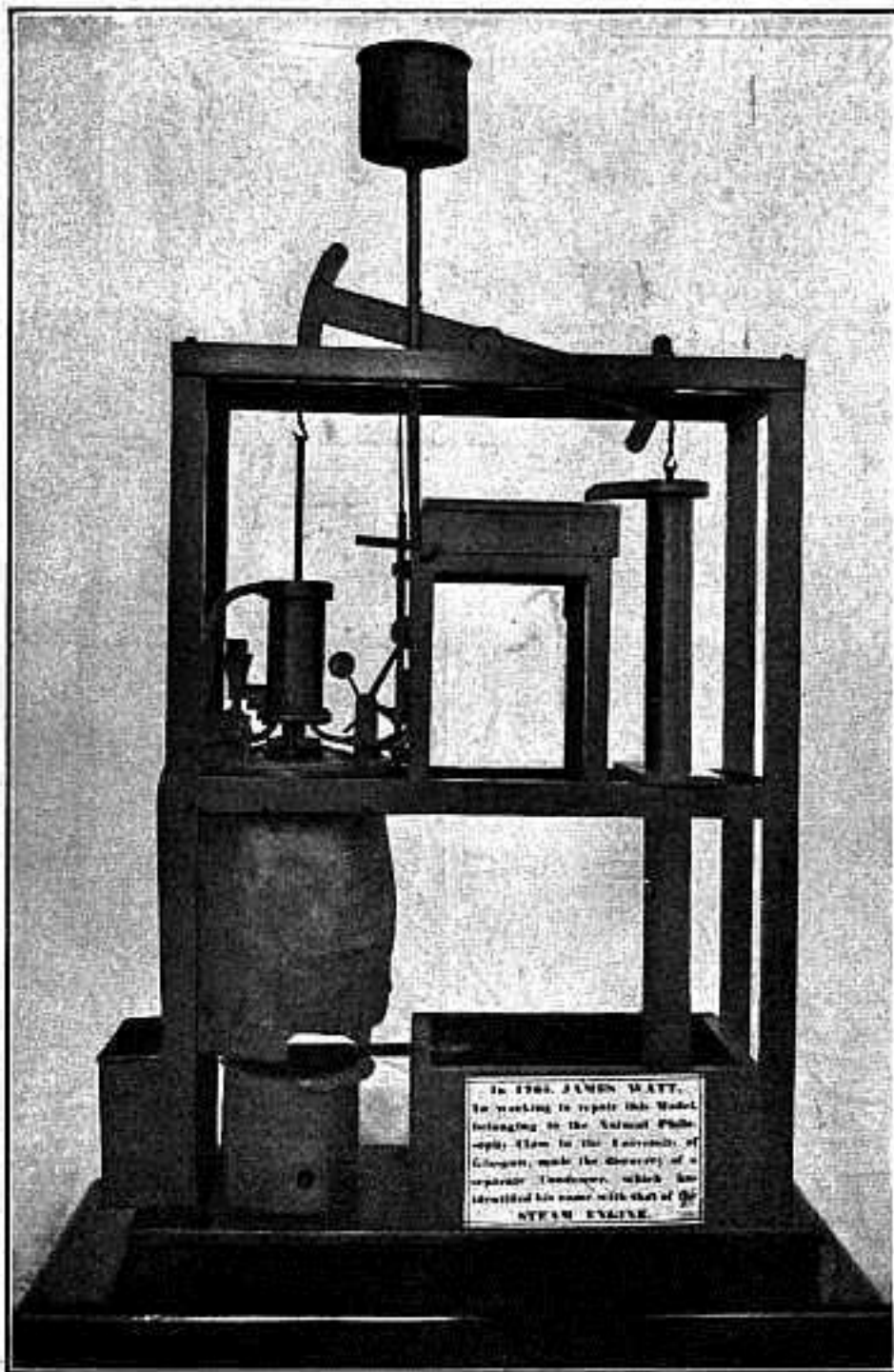


FIG. 13—THE NEWCOMEN ENGINE, IN REPAIRING WHICH
WATT WAS LED TO HIS GREAT DISCOVERIES

РИС. 13—ДВИГАТЕЛЬ

НЬЮКОМЕНА, РЕМОНТ КОТОРОГО ПРИВЕЛ УАТТА К ЕГО ВЕЛИКИМ ОТКРЫТИЯМ

Хранится в Университете Глазго.

Он увидел, что при подаче холодной воды в цилиндр для конденсации пара происходит большая потеря тепла, и что для предотвращения этой потери цилиндр должен всегда оставаться таким же горячим, как поступающий в него пар. Во время размышлений над этой проблемой ему пришла в голову идея, что, если бы было установлено соединение между цилиндром и резервуаром, из которого был откачан воздух, пар устремился бы в резервуар и мог бы там конденсироваться без охлаждения цилиндра. Таково было происхождение конденсатора.

Мы видели, что в двигателе Ньюкомена пар воздействовал только на нижнюю сторону поршня, а воздух - на верхнюю. Уотту пришло в голову, что пар должен действовать с обеих сторон поршня. Поэтому он предложил надеть на цилиндр герметичную крышку с отверстием и сальником, через которые поршень мог бы проскальзывать и пропускать пар для воздействия на него вместо воздуха. Таким образом, он был вынужден изобрести двигатель двойного действия. Действие в цилиндре двигателя Уатта было таким же, как и в современном двигателе.

Чтобы сэкономить энергию пара, Уатт расположил клапан в своем двигателе таким образом, что пар перекрывался из цилиндра, когда поршень совершал примерно одну четвертую хода. Пар в цилиндре продолжает расширяться и приводить в движение поршень. Это устройство более чем удваивает объем работы, которую будет выполнять пар (рис. 14).

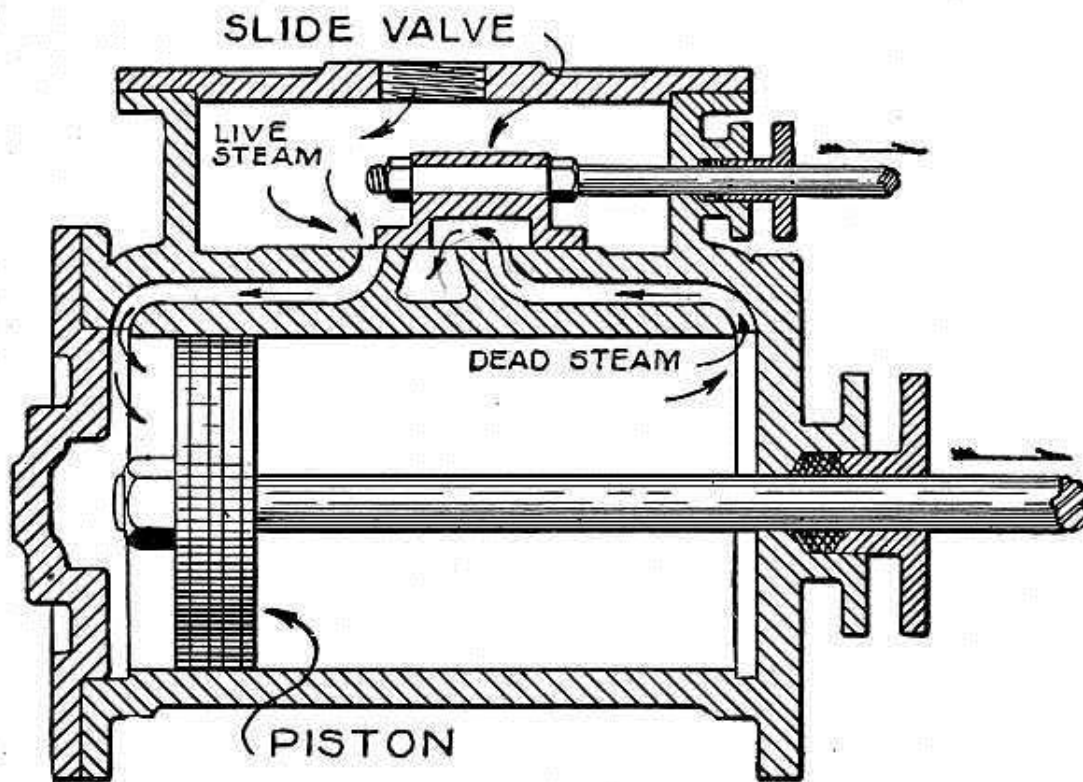


FIG. 14—CYLINDER OF WATT'S STEAM-ENGINE

РИС. 14–

ЦИЛИНДР ПАРОВОЙ МАШИНЫ УАТТА

Стрелки показывают направление движения пара.

Лошадиная мощность двигателя

Когда на шахтах лошадей собирались заменить паровой машиной, был задан вопрос: "Сколько лошадей заменит двигатель?" Уоттом и другими учеными до него были проведены испытания скорости, с которой лошадь может работать при перекачке воды или поднятии груза с помощью шкива. Эксперименты Уотта показали, что "хорошая лондонская лошадь могла бы поднимать 150 фунтов на шкиве со скоростью 2-1 / 2 мили в час или 220 футов в минуту и продолжать эту работу восемь часов в день". Это было бы равносильно поднятию 33 000 фунтов на высоту одного фута в минуту. Такую скорость выполнения работы он назвал лошадиной силой. Это больше, чем может сделать среднестатистическая лошадь, но Уотт использовал это число, чтобы дать хорошую оценку своим двигателям. Лошадиная сила двигателя в то время означала скорость работы по подъему воды или угля. Теперь это означает скорость работы, совершаемой паром над поршнем, так что, чтобы найти полезную лошадиную силу двигателя, мы должны вычесть работу, затрачиваемую впустую на трение.

Индикатор для измерения давления пара в цилиндре и шариковый регулятор также являются изобретениями, сделанными Уоттом (рис. 15). Регулятор маховика заменил дроссельный клапан, который Уотт сначала использовал для регулирования частоты вращения своих двигателей. Дроссельный клапан до сих пор используется на локомотивах.

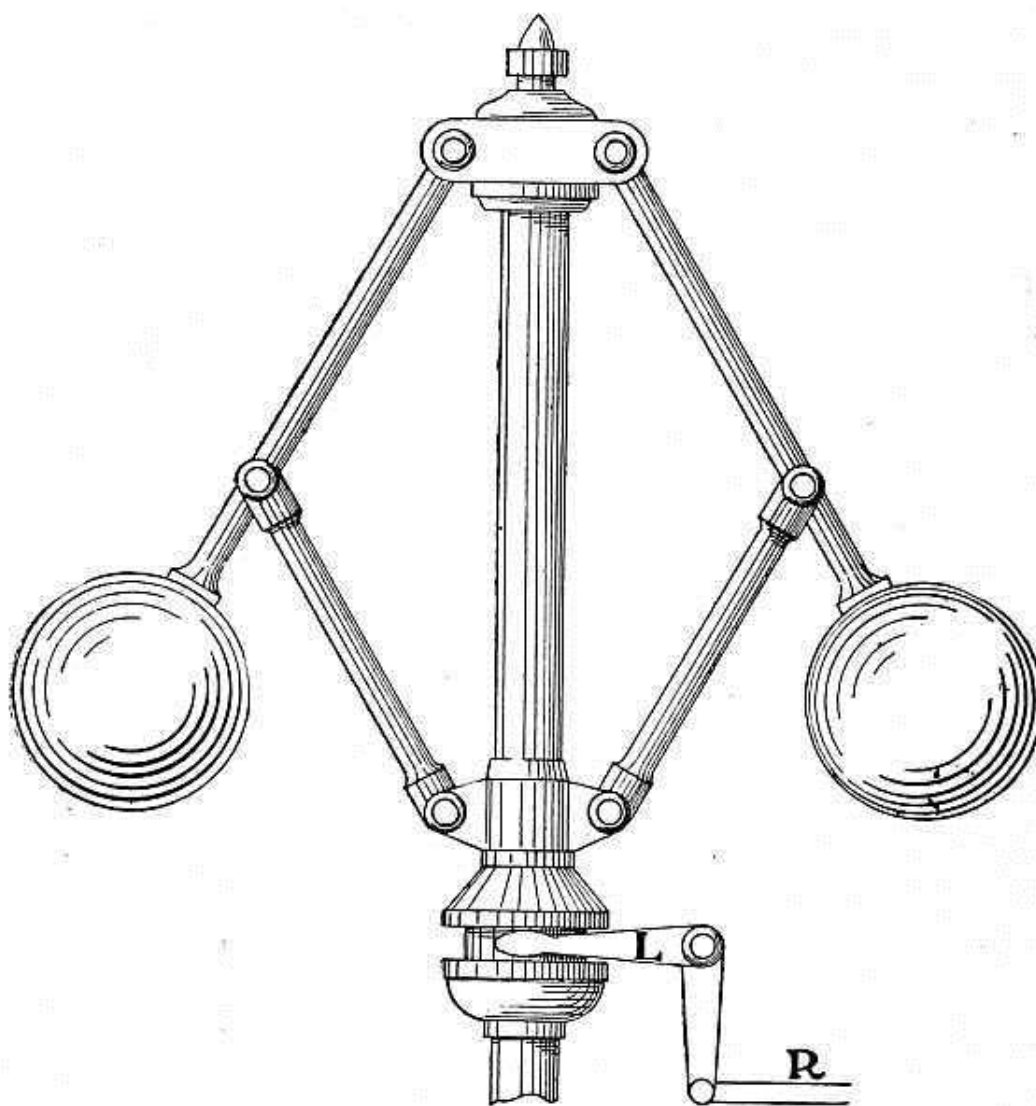


FIG. 15—A FLY-BALL GOVERNOR

РИС. 15—

РЕГУЛЯТОР НАКАТА

Вращающиеся шарики регулируют подачу пара в цилиндр с помощью рычага *L* и штока *R*.

В конце восемнадцатого века паровая машина достигла своего расцвета. Деятнадцатому веку оставалось применить двигатель для передвижения по морю и суше, разработать паровую турбину и таким образом увеличить мощность паровой машины, что в начале двадцатого века двигатель мощностью 68 000 лошадиных сил мог бы разогнать океанский лайнер через Атлантику за пять дней.

Лейденская банка

Первое электрическое изобретение, получившее практическое применение, было сделано Бенджамином Франклином. Во времена Франклина большой интерес к электричеству был вызван странным открытием немецкого профессора Питера ван Мушенбрука из Лейденского университета. Этот профессор предпринял то, что он назвал новым, но ужасным экспериментом. Он повесил на двух шелковых нитях ствол пистолета, который получал

электричество от электрической машины. С одного конца ружейного ствола висела медная проволока. Нижний конец этой проволоки опускали в банку с водой. Он держал банку в одной руке, в то время как другой пытался высекать искры из ствола пистолета. Внезапно он получил удар, который показался ему ударом молнии. Потрясение было настолько сильным, что на мгновение ему показалось, что это положит конец его жизни.

В результате этого эксперимента появилась Лейденская банка, которая в течение полутора столетий не имела практического применения, но которая сейчас является важной частью любого оборудования для беспроводного телеграфа. Лейденская банка - это просто стеклянная бутылка или баночка, покрытая фольгой как внутри, так и снаружи (рис. 16). При подзарядке электрическим током банка будет сохранять свой заряд до тех пор, пока два покрытия не будут соединены металлической проволокой или другим хорошим проводником электричества. Человек может получить сильный удар током, держа банку в одной руке и прикасаясь другой рукой к ручке, соединенной с внутренним покрытием.

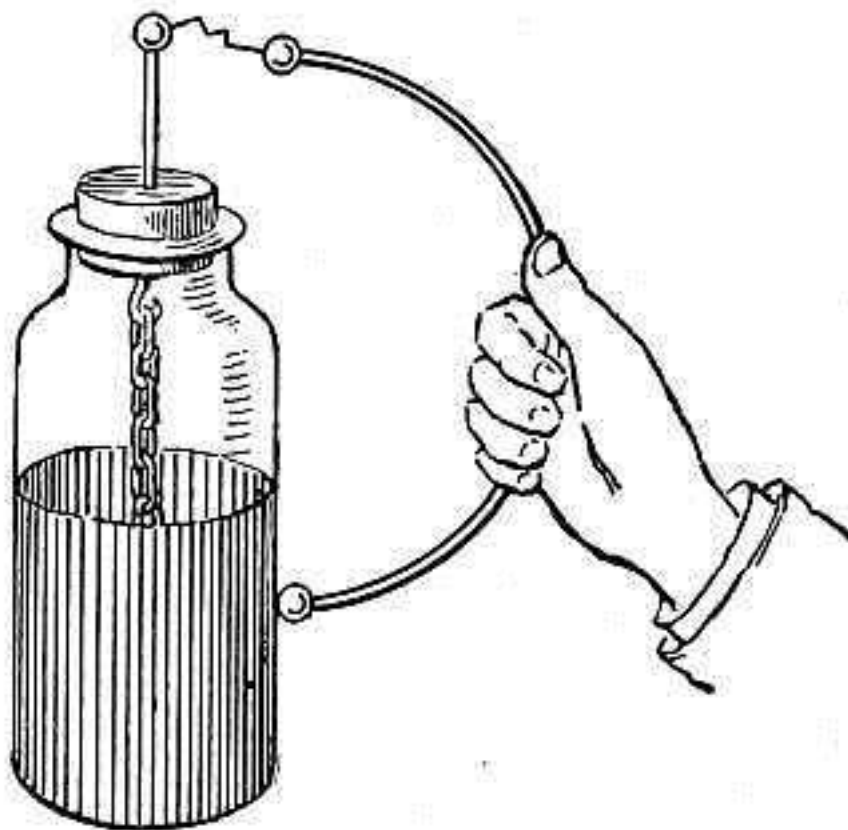


FIG. 16—A LEYDEN JAR

РИС. 16– ЛЕЙДЕНСКАЯ БАНКА

Это открытие вызвало всеобщий интерес к электричеству. Электрическая машина трения и лейденская банка были просты в изготовлении. Светские люди находили их интересными и забавными, тем более из-за шока, испытываемого при прохождении через тело разряда из "чудесной бутылки", и того факта, что шок могли испытать несколько человек в одно и то же

мгновение. Однажды аббат Нолле разрядил лейденскую банку через очередь, состоящую из всех монахов картезианского монастыря в Париже. Когда шеренга монахов с серьезными лицами длиной в милю подпрыгнула в воздух, эффект был до крайности нелепым.

Проводники и изоляторы

Примерно в это же время были сделаны другие великие открытия в области электротехники. В начале века Стивен Грей обнаружил, что одни объекты проводят электричество, а другие - нет. Он обнаружил, что, когда стеклянная трубка электризуется при трении, она будет притягивать и отталкивать легкие предметы. Таким же образом расческа или держатель для ручки из резины могут быть электризуемы при трении о рукав. Кусочек бумаги, который касается расчески, наэлектризовывается. Электричество может передаваться от одного предмета к другому. Далее Грей обнаружил, что контакт не является необходимым, что пеньковая нить или проволока будут передавать электрический заряд от одного объекта к другому. Шелковая нить не будет передавать электрический заряд. "Некоторые устройства передают электричество, - сказал он, - а некоторые нет, и те, которые этого не делают, могут быть использованы для предотвращения утечки электричества из тех, которые это делают". Если бы этот безвестный изобретатель увидел современную телеграфную линию со стеклянными изоляторами на столбах, которые предотвращают утечку электрического тока из телеграфного провода, он, возможно, осознал бы важность своего открытия. Он натянул леску из пеньковой нити длиной шестьсот пятьдесят футов и с помощью электрической машины на одном конце лески электрифицировал мальчика, подвешенного к другому концу.

Два вида электрического заряда

Француз Дюфэ, продолжая эксперименты Грея, наблюдал за кусочком сусального золота, плавающим в воздухе. Золотой лист оттолкнулся после контакта с его наэлектризованной стеклянной трубкой. Решив испытать действие двух наэлектризованных предметов на золотой лист, он натер кусочек жевательной резинки-копала и поднес его к листу. К его удивлению, лист, который отталкивался стеклянной трубкой, притягивался камедекопалом. Он повторял эксперимент снова и снова, и каждый раз лист отталкивался стеклом и притягивался жевательной резинкой. Из этого он сделал вывод, что существует два вида электричества, которые он назвал "стекловидными" и "смолистыми". Франклин назвал два вида электрического заряда "положительным" и "отрицательным".

Франклин изготовил батарею лейденских банок, соединив внутреннее покрытие одной банки с внешним покрытием следующей на протяжении всей серии. Таким образом, он мог получить гораздо более сильную искру, чем с помощью одной банки. Однажды он чуть не лишился жизни, получив удар током от батареи лейденских банок. Он намагничивал и размагничивал стальные иглы, пропуская через них разряд из своих лейденских банок.

Эксперимент Франклина с воздушным змеем

Гипотеза о том, что молния имеет ту же природу, что искра из лейденской банки или электрическая машина, овладела умами других людей до Франклина. Во Франции искры вылетали из стержня высотой девяносто девять футов, но он не достигал облаков. Франклин решил запустить воздушного змея в грозовую тучу, полагая, что электричество из облака будет следовать за нитью воздушного змея и может храниться в лейденской банке и использоваться как заряд от электрической машины. Он ощутил силу разряда из Лейденской банки и из-за

этого чуть не лишился жизни. Он знал, что молния намного мощнее любой батареи лейденских банок, и все же, чтобы проверить истинность своей теории о том, что молния - это электрический разряд, он собирался поднести молнию к своей руке. Он мало что знал о проводниках электричества. Он не знал, будет ли шнур вытягивать мало или много "электрического огня". Насколько он знал, он играл со смертью.

Воздушный змей был сделан из двух легких полос кедра, расположенных крест-накрест, и большого шелкового носового платка, прикрепленного к этим полоскам. К одной из полосок была прикреплена острая проволока длиной около фута. К нижнему концу шнура он прикрепил ключ и шелковую ленту. С помощью ленты он держал шнур, чтобы оградить его от своей руки. Воздушный змей взмыл в облака, а Франклин и его сын стояли под навесом, ожидая появления "электрического огня" (рис. 17). Вскоре волокна шнура начали ошметиниваться. Он поднес костяшки пальцев к ключу. Пробежала искра. Он взял лейденскую банку и зарядил ее электричеством из облака, и обнаружил, что с помощью этого заряда он может делать все, что можно сделать с помощью электричества от его машины. Он доказал тождество молнии и электричества.

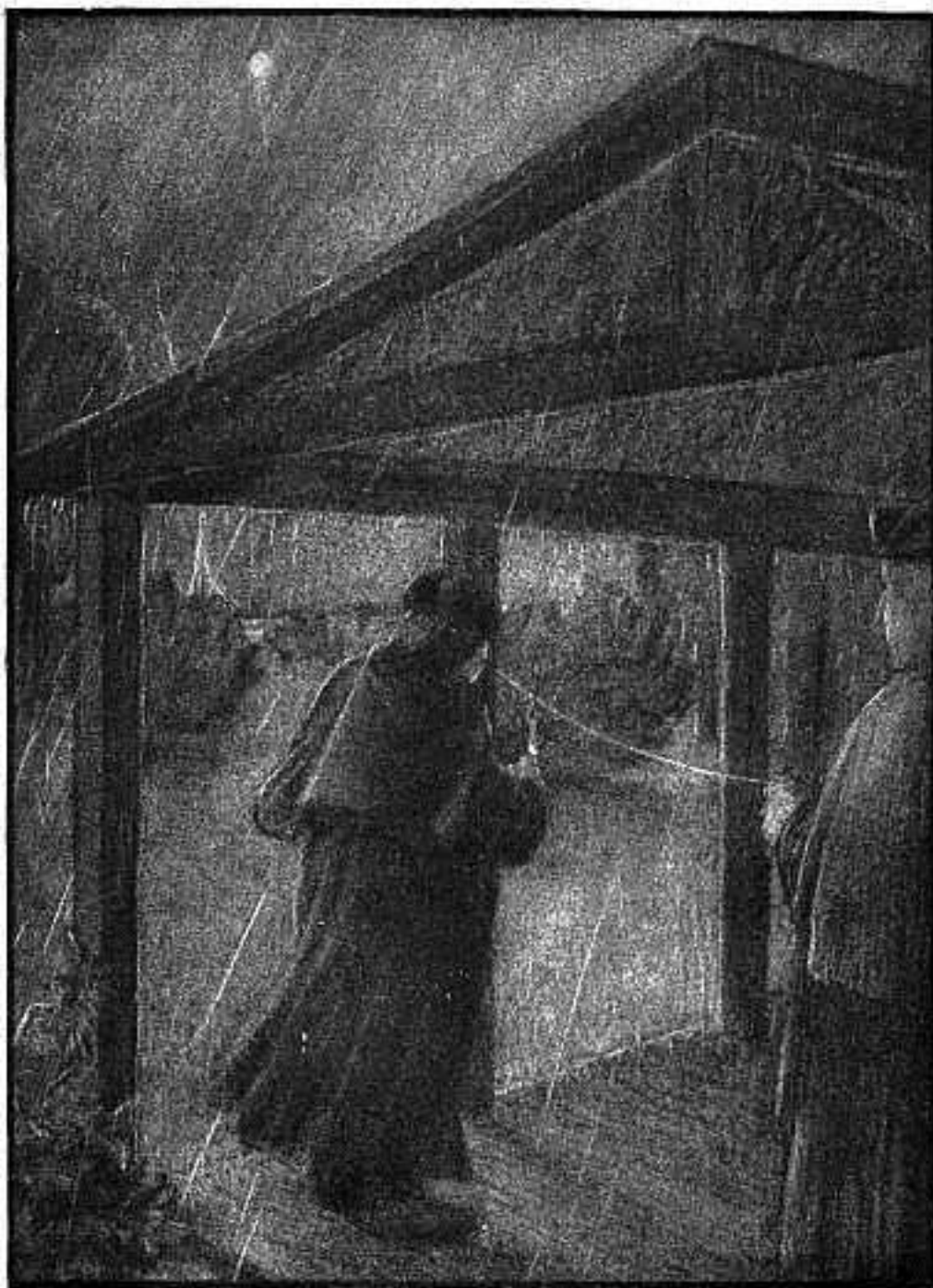


FIG. 17—FRANKLIN'S KITE EXPERIMENT

РИС. 17–

ЭКСПЕРИМЕНТ ФРАНКЛИНА С ВОЗДУШНЫМ ЗМЕЕМ

Черпаю электричество из облаков.

Громоотвод

Некоторое время назад он обнаружил действие точки при разряде электричества. Он сказал: "Если вы прикрепите иглу к концу ружейного ствола, как маленький штык, то, пока она остается

там, ружейный ствол не сможет быть наэлектризован так, чтобы образовалась искра, потому что электрический разряд постоянно бесшумно гаснет на острие". В темноте вы можете увидеть, как на острие собирается свет, подобный свету светлячка или светлячка-червяка. Если иглу держать в руке и подносить близко к предмету, заряженному электричеством, предмет незаметно разряжается, и на кончике иглы можно увидеть свет. Это действие наконечников объясняет свет, который иногда можно увидеть на верхушках корабельных мачт, называемый моряками "огнем Святого Эльма", и, возможно, также замечание Цезаря о том, что в одной африканской войне копья Пятого римского легиона казались с огненными наконечниками.

Громоотвод был результатом наблюдений Франклина, и это было первое практическое изобретение, связанное с электричеством. Здание может быть наэлектризовано проходящим над ним наэлектризованным облаком. Если здание защищено заостренными стержнями, электрический заряд будет незаметно выходить из них. Нижние концы стержней должны находиться во влажной земле под поверхностью. Громоотвод оказался не такой надежной защитой, как предполагал Франклин. Он предположил, что удар молнии - это разряд только в одном направлении; но теперь мы знаем, что это быстрый скачок напряжения взад и вперед, и этот факт объясняет неспособность громоотводов обеспечить идеальную защиту. Метаясь взад-вперед, молния может перескочить с громоотвода на какой-нибудь металлический предмет внутри здания, например, на плиту или радиатор. Громоотвод избавил робких от ужаса перед грозой и со временем развеял суеверия людей, которые верили, что гром и молния являются свидетельством гнева Божества.

Франклин был первым, кто предложил ответ на вопрос: что такое электричество? Он считал электричество тонкой жидкостью, существующей во всех объектах. Если объект содержит больше определенного количества этой жидкости, он положительно наэлектризован; если меньше этого количества, он наэлектризован отрицательно.

Теория "одной жидкости" Франклина вскоре была встречена теорией "двух жидкостей", предложенной Робертом Симмером, поскольку теория Франклина не смогла объяснить, почему два тела, наэлектризованные отрицательно, должны отталкиваться друг от друга. Согласно Симмеру, незаряженное тело содержит равное количество двух разных электрических жидкостей. Избыток одной из них создает положительный заряд, избыток другой - отрицательный.

Эксперименты Симмера почти смехотворны. Он носил две пары шелковых чулок и обнаружил, что белый и черный шелк, надетые вместе, сильно электризуются. Когда два чулка, надетых на одну ногу, были сняты вместе, а затем разделены, было обнаружено, что они наэлектризованы и притягивают друг друга так сильно, что для их разделения потребовалось усилие около одного фунта. Два заряда, отрицательный и положительный, могли, однако, быть разделены. Следовательно, он считал, что существуют "две электрические силы", а не одна, как полагал Франклин. Его вера укрепилась, когда он исследовал лист бумаги, через который прошла электрическая искра, и обнаружил, что "края отверстий были загнуты в две разные стороны, как будто отверстие было проделано в листке путем протягивания через него двух нитей в противоположных направлениях".

По поводу этих двух теорий велись долгие споры, и ни одна из них не получила полного признания в данной области. Каждая содержала долю истины, и у каждой были свои слабые места. У этих двоих было больше общего, чем думали люди в то время.

Гальвани и электрический ток

Франклин доказал, что в атмосфере есть электричество и что молния - это электрический разряд. За этим открытием последовал широкий интерес к электричеству атмосферы. Алоизио Гальвани, врач из Болоньи, Италия, пытаясь изучить влияние атмосферного электричества на нервы и мышцы человеческого тела, сделал открытие, которое привело к созданию электрической батареи и познанию электрических токов.

Препарировав лягушку, он положил ее на стол, на котором стояла электрическая машина. Когда один из его ассистентов легонько прикоснулся кончиком ножа к нерву на бедре во время извлечения искры из электрической машины, мышцы сильно сократились, как будто на них напала судорога. Когда он держал нож за костяную рукоятку, судорог, как тогда, когда он держал его за стальное лезвие, не было.

Затем он подумал, что важно выяснить, вызывает ли молния сокращение мышц. Он растянул и изолировал длинную железную проволоку под открытым небом на крыше дома, а когда надвинулась гроза, повесил на нее препарированную лягушку. К ногам он прикрепил еще одну длинную железную проволоку, которую опустил в воду в колодце. "Результат, - сказал он, - получился таким, как мы хотели. Всякий раз, когда вспыхивала молния, мышцы сотрясались в повторяющихся сильных конвульсиях, так что всегда, когда молния освещала небо, мышечные сокращения и движения предшествовали раскату грома и как бы возвещали о его приближении. Однако лучше всего было, когда молния была сильной или облака, из которых она вырывалась, находились недалеко от места эксперимента".

Он описывает свой величайший эксперимент следующим образом: "После того, как мы исследовали силу атмосферного электричества во время штормов, наши сердца загорелись желанием исследовать ежедневное спокойное электричество атмосферы. Поэтому, когда подготовленные лягушки, подвешенные на железных перилах, окружавших висячий сад у нашего дома, с медными крючками, воткнутыми в спинной мозг, бились в конвульсиях не только при прояснении, но и при ясном небе, я подумал, что причиной этих сокращений были изменения в электричестве атмосферы. Затем в течение нескольких часов, да, даже дней, я наблюдал за животными, но почти никогда не было заметно движения мышц. Наконец, устав от такого бесплодного ожидания, я начал прижимать медные крючки, которые были закреплены в спинном мозге, к железным перилам, чтобы посмотреть, вызовет ли такой трюк сокращение мышц и окажут ли какое-либо влияние вместо изменений атмосферного электричества какие-либо другие изменения. Я действительно наблюдал сильные сокращения, но ни одно из них не могло быть вызвано состоянием атмосферы".

Он прижимал латунный крюк к железным перилам, образуя таким образом электрическую батарею, которая заставляла электричество проходить через мышцы лягушки. Гальвани не знал, что открыл новый источник электричества. Он так и не пришел к правильному объяснению своих результатов и так и не осознал ценности своего открытия.

Вольта и электрическая батарея

Александр Вольте оставалось показать, что в эксперименте Гальвани мышцы лягушки вместе с латунным крючком и железными перилами образуют электрическую батарею. Вольта показал, что электрический заряд может быть получен простым соприкосновением двух разных

металлов. Он обнаружил, что, поместив медь и цинк в серную кислоту или раствор обычной соли, можно получить непрерывный поток электричества (рис. 18).

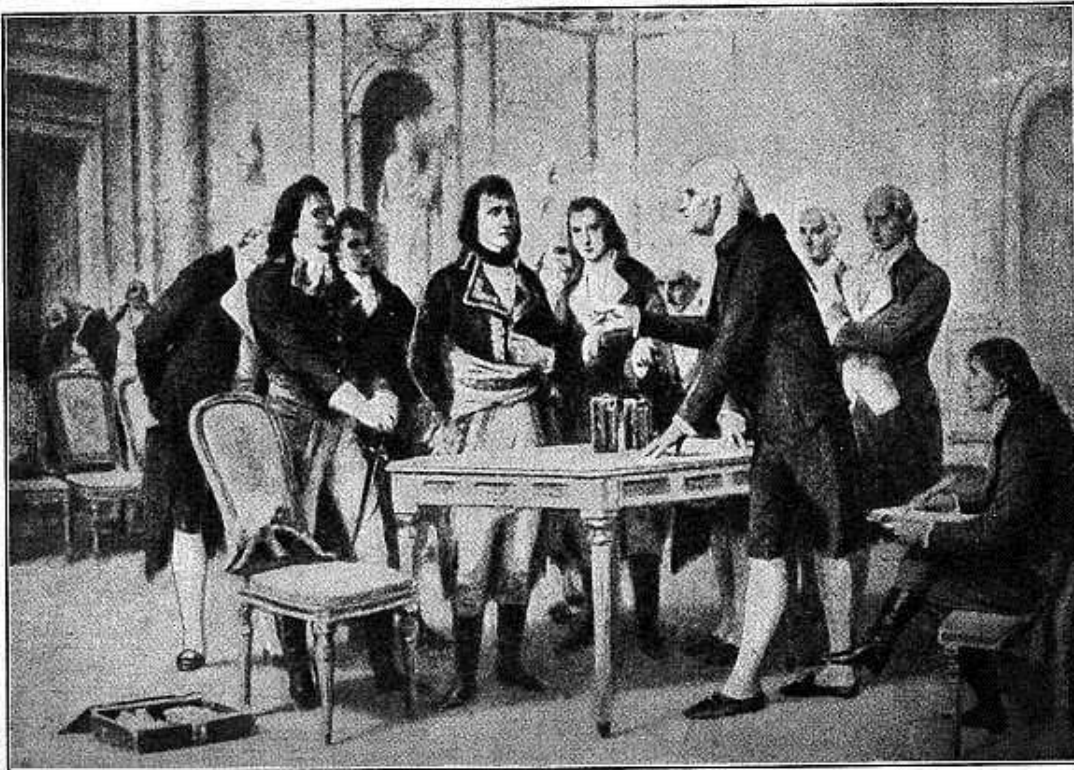


FIG. 18—VOLTA EXPLAINING HIS ELECTRIC BATTERY TO NAPOLEON BONAPARTE

РИС. 18 –ВОЛЬТА

ОБЪЯСНЯЕТ НАПОЛЕОНУ БОНАПАРТУ О СВОЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ БАТАРЕЕ

С картины. Фото Дюбрея.

В начале 1800 года компания Volta изготовила первую электрическую батарею (рис. 19). Он был сделан из медных и цинковых дисков, расположенных попеременно, с куском влажной ткани над каждой парой дисков. С помощью своей колонки дисков он мог получить сильный удар; действительно, много ударов, один за другим. Эта первая батарейка Вольты была разновидностью "сухой батарейки". Позже Вольта изобрел свою "корону из чашек", разновидность влажной батарейки, похожей на некоторые батареи, используемые сегодня. Каждая чашка содержала полоску меди и полоску цинка в разбавленной серной кислоте.

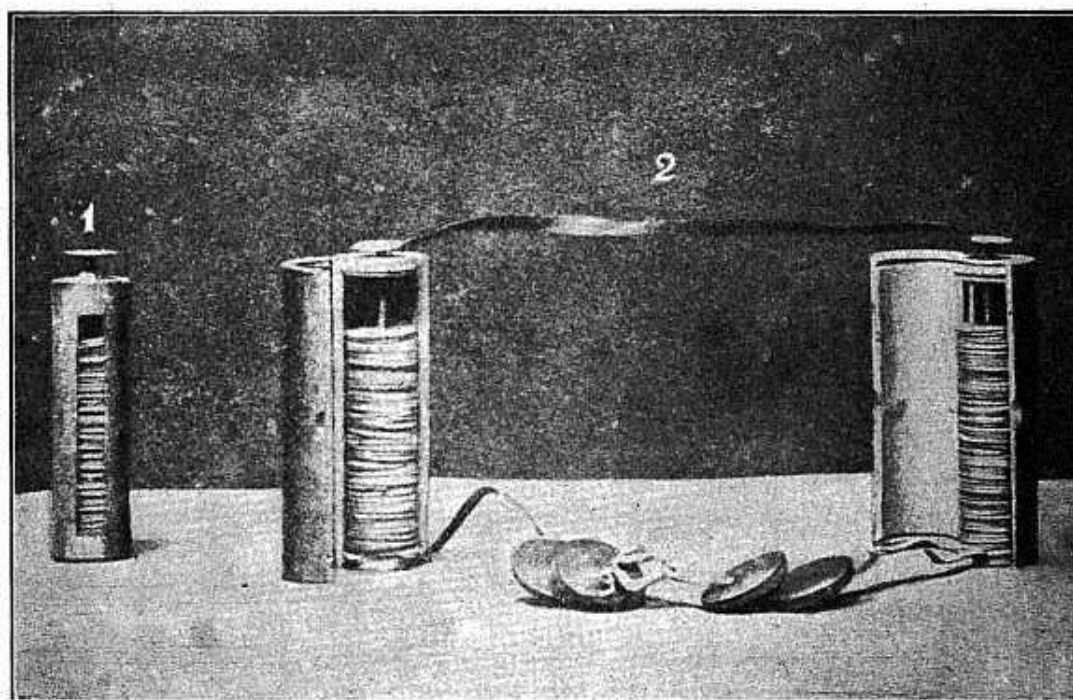


FIG. 19—THE FIRST ELECTRIC BATTERY

РИС. 19 – ПЕРВАЯ

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ БАТАРЕЯ

№1 — Батарея из ста пар медных и цинковых дисков.

№2 — Две такие батареи соединены.

С разрешения Итальянского института графических искусств, Бергамо.

Вольт не знал ни о реальном применении жидкости в своей батарее, ни о том, что сила тока зависит от скорости растворения металла кислотой; но он открыл электрический ток, и с этого открытия началась новая эра в электрических изобретениях.

Глава IV

ФАРАДЕЙ И ПЕРВАЯ ДИНАМО - МАШИНА

Майкл Фарадей, лондонский разносчик газет, сын кузнеца, стал изобретателем динамо-машины и подготовил почву для замечательных электрических изобретений девятнадцатого века. Он начал свою карьеру учеником переплетчика, используя свободные минуты для чтения книг, которые он переплетал. Одна из этих книг побудила его провести несколько простых химических экспериментов. Он также сделал электрическую машину, сначала из стеклянной бутылки, а затем из стеклянного цилиндра.

Будучи учеником, он написал своему молодому другу Бенджамину Эбботту: "Недавно я провел несколько простых гальванических экспериментов, просто чтобы проиллюстрировать себе первые принципы этой науки. Я собирался в Knight's купить немного никеля и вспомнил, что у

них есть ковкий цинк. Я поинтересовался и купил немного — вы уже видели что-нибудь? Первая порция, которую я приготовил, была нарезана как можно тоньше. Как мне сообщили, она была достаточно тонкой для электрической палочки. Я приобрел его с целью формирования дисков и меди для изготовления небольшой батарейки. Первая, которую я закончил, содержала огромное количество из семи пар пластин!!! и огромного размера в полпенса каждый!!!!!! Я, сэр, я сам вырезал семь дисков размером в полпенни каждый! Я, сэр, накрыл их семью полупенсовиками и вложил между ними семь, или, вернее, шесть листов бумаги, смоченных в растворе хлорида соды (обычной соли). Но не смейся больше, дорогой А., скорее удивляйся эффектам, которые произвела эта тривиальная сила".

Эта крошечная батарейка, сделанная из полпенни с цинковыми дисками и соевым раствором, разлагала определенный раствор, который тестировал Фарадей. Большая батарея, сделанная из медных и цинковых дисков с соевым раствором, разлагала бы воду из резервуара. Когда провода от большей батареи были опущены в резервуар с водой, он увидел плотное белое облако, спускающееся с положительного провода, и пузырьки, поднимающиеся с отрицательного провода. Это действие продолжалось до тех пор, пока все белое вещество не было извлечено из воды.

Из-за своего интереса к науке молодой Фарадей привлек внимание некоего мистера Дэнса, члена Королевского института и клиента своего хозяина, мистера Рибба. Благодаря доброте мистера Дэнса он прослушал четыре лекции сэра Хамфри Дэви. Он делал заметки к лекциям, тщательно выписывал их и добавлял рисунки аппарата. Эти записки он отправил Дэви вместе с письмом, в котором выражал пожелание, чтобы тот получил работу в Королевском институте. Вскоре, после предупреждения сэра Хамфри о том, что ему лучше заниматься переплетом книг, что "Наука - суровая хозяйка", его желание было удовлетворено, и мы застаем его чистящим и ухаживающим за аппаратурой в Королевском институте и помогающим Дэви готовиться к его лекциям.

Граф Румфорд

Теперь наша история возвращает нас во времена Американской революции. В Америке мы встречаем девятнадцатилетнего молодого человека по имени Бенджамин Томпсон, служащего майором во Втором полку в Нью-Гэмпшире. Назначение столь молодого человека майором и его очевидная привязанность к губернатору вызвали зависть старших офицеров. Его обвинили в недружелюбии к делу свободы. Он отрицал обвинение и был оправдан комитетом народа Согласия. Вокруг его дома собралась толпа, но он сбежал. Изгнанный из своего убежища в доме матери, он бежал в Англию, оставив жену и ребенка. Получив звание подполковника британской армии, он вернулся в Америку и сражался против своих бывших друзей.

Закончив войну, он вернулся в Англию, оттуда на Континент, намереваясь принять участие в ожидавшейся войне между Австрией и Турцией. Случайная встреча с баварским принцем Максимилианом изменила ход его жизни. Этот принц, командуя парадом, увидел среди зрителей Томпсона верхом на прекрасном английском коне и обратился к нему. Томпсон сообщил ему, что он пришел со службы на войне в Америке. Принц, указывая на нескольких своих офицеров, сказал: "Эти джентльмены были на той же войне, но против вас. Они принадлежали к королевскому полку Де Пон, который действовал в Америке по приказу графа Рошамбо". Томпсон обедал с принцем и французскими офицерами. Они беседовали о войне и

сражениях, в которых встречались. Принцу понравился полковник, он уговорил его проехать через Мюнхен и передал ему письмо к своему дяде, курфюрсту Баварии.

Именно в Баварии, стране, куда привели его столь неожиданные повороты судьбы, была совершена его величайшая работа. Он поступил на службу к герцогу Баварскому в качестве адъютанта. Находясь на службе у баварского правительства, он стремился улучшить положение людей. Он провел реформы в армии, использовал солдат, чтобы избавить страну от нищих и грабителей, и предпринял шаги, чтобы обеспечить немощных и найти работу сильным, его девизом было то, что людей лучше всего можно сделать добродетельными, если сначала сделать счастливыми.

Был открыт Военный работный дом для нищих и Дом промышленности для бедных. Была создана Военная академия с целью бесплатного обучения молодых людей, способных к государственной службе. Он был поглощен единственной целью - помогать бедным. Его преданность народу была столь беззаветной, и он так глубоко завоевал их любовь, что, когда он был опасно болен, множество сотен человек отправились процессией в церковь, чтобы вознести публичные молитвы о его выздоровлении.

Он увидел, что бедным можно помочь, научив их экономить, и ни в чем нет большей потребности в сбережениях, чем в топливе и тепле. На кухнях Военной академии и Промышленного дома он провел серию экспериментов по экономии топлива и преуспел в значительном сокращении количества топлива, необходимого для приготовления пищи. Он сделал это, используя "закрытый камин", предшественник печи. Закрытый камин на самом деле представлял собой кирпичную печь и был большим усовершенствованием по сравнению с каминами с открытым дымоходом, бывшими в то время в обычном употреблении. Он сделал крышки кухонных принадлежностей двойными, чтобы сберечь тепло, поскольку обнаружил, что тепло не может выходить через замкнутый воздух.

Бенджамин Томпсон был посвящен в рыцари Георгом III, а в 1791 году получил титул графа Священной Римской империи и известен научному миру как граф Румфорд.

Эксперимент графа Румфорда с пушкой

Находясь на службе у герцога Баварского, он был обязан организовать полевую артиллерию. Чтобы обеспечить эту цель пушками, он построил литейный цех и механические мастерские. Будучи внимательным к любому необычному факту, связанному с нагревом, он наблюдал очень высокую температуру, возникающую при расточке пушки. Ему не терпелось узнать, как можно произвести столько тепла. Для этой цели он взял пушку в грубом виде, в том виде, в каком она была получена из литейного цеха, закрепил ее на станке, используемом для растачивания, и заставил пушку поворачиваться лошаадьми, в то время как тупое сверло прижималось к концу пушки. Сначала он проверил температуру самого металла при вращении. Затем он наполнил конец пушки водой в продолговатом водонепроницаемом контейнере (рис. 20).

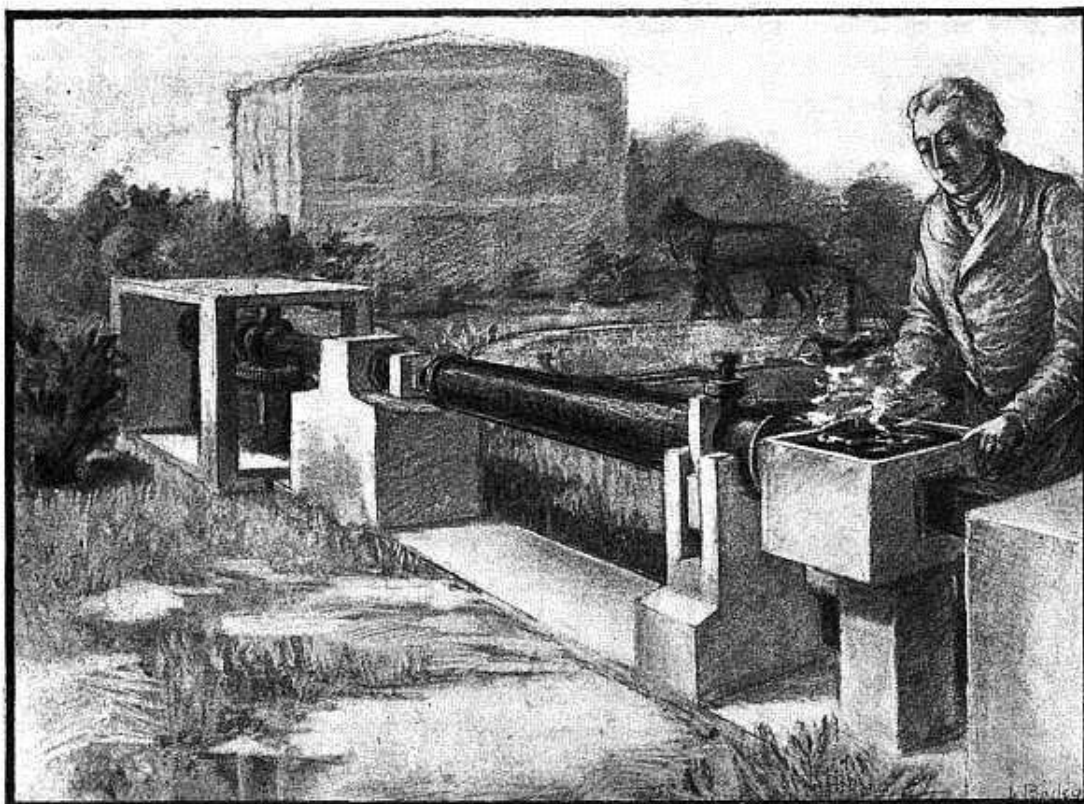


FIG. 20—COUNT RUMFORD'S EXPERIMENT WITH THE CANNON, MAKING WATER BOIL WITHOUT FIRE

РИС.

20. ЭКСПЕРИМЕНТ ГРАФА РУМФОРДА С ПУШКОЙ, ЗАСТАВЛЯЮЩЕЙ ВОДУ КИПЕТЬ БЕЗ ОГНЯ

Лошади заставляют воду кипеть, прогуливаясь по дорожке; работа, которую выполняют лошади, превращается в тепло за счет трения дрели.

Пушка вращалась совсем недолго, когда, опутив руку в воду, он обнаружил, что появилось тепло. Через два часа тридцать минут вода действительно закипела. На лицах прохожих отразилось изумление при виде такого большого количества воды, нагретой и фактически доведенной до кипения без всякого огня.

- Тепло, - сказал граф Румфорд, - таким образом, может вырабатываться только силой лошади, и, в случае необходимости, это тепло можно использовать для приготовления пищи. Но невозможно представить себе обстоятельства, при которых этот метод получения тепла давал бы какое-либо преимущество, поскольку больше тепла можно было бы получить, сжигая корм, который съела бы лошадь ". Значение этого последнего замечания было понято только во времена Роберта Майера, примерно пятьдесят лет спустя. Рамфорд обнаружил, что работа лошади может производить тепло, а тепло в паровой машине может выполнять работу лошади. Таким образом, люди уверенно, хотя и медленно, узнавали о силах, которые движут миром и выполняют волю человека.

Граф Румфорд, верный своей стране, вернулся в Лондон и стал основателем Королевского института, в котором Фарадей и его преемники достигли таких замечательных результатов. Он считал, что бедным нельзя помочь лучшим способом, чем дать им знания, чтобы они могли улучшить свое собственное положение. С этой целью он основал Королевское

учреждение. Здесь он предполагал, что люди, сведущие в открытиях, должны получить новые знания, которые добавят комфорта и счастья людям.

Дэви

На английских угольных месторождениях произошло много несчастных случаев из-за горения горючей смеси. Горючая смесь вызвана выделяющимся из угля газом. При приближении пламени этот газ загорается, и по мере горения он создает сильный ветер, гонящий пламя перед собой по шахте. Шахтеры сгорели заживо, задохнулись или были погребены под обломками крыши. Погибли сотни шахтеров. Не было разработано никаких средств для безопасного освещения шахт. Обратились к сэру Хамфри Дэви, профессору химии Королевского института. После многих экспериментов он изобрел "безопасную лампу", которая представляла собой обычную шахтерскую лампу, заключенную в проволочную сетку. Это оказалось идеальной защитой от возгорания-сырости, и предохранительная лампа Davy используется шахтерами по всему миру уже более столетия.

Но лучшая работа Дэви была связана с электрической батареей. Некоторые из наиболее известных нам фактов были открыты им самим. Вольта утверждал, что контакт металлов в батарее создает ток, что жидкость просто переносит электричество от одной металлической пластины к другой. Но Дэви доказал, что ток не может возникнуть без химического воздействия. Всякий раз, когда мы помещаем два металла в кислоту или другой раствор, который растворяет один металл быстрее, чем другой, и соединяем металлы проволокой, возникает электрический ток. Если мы используем воду с серебром и золотом, тока не будет, потому что вода не растворит ни серебро, ни золото.

Дэви открыл металл, калий, с помощью своей электрической батареи. Калий содержится в обычном поташе и селитре, и при разделении представляет собой очень мягкий металл. Недавно открытый металл вызвал большой интерес в других странах. Когда Наполеон услышал об этом, он порывисто заинтересовался, как случилось, что открытие было сделано не во Франции. Когда ему сказали, что во Франции не было изготовлено электрической батареи достаточной мощности, он воскликнул: "Тогда пусть ее изготовят немедленно, не обращая внимания на затраты труда". Его приказ был выполнен, и его вызвали, чтобы он стал свидетелем действий новой батареи. Прежде чем кто-либо успел вмешаться, он сунул концы проводов себе под язык и получил удар током, который почти лишил его чувствительности. Придя в себя, он покинул лабораторию, не сказав ни слова, и с тех пор никто не слышал, чтобы он упоминал об этом предмете.

Дэви совершил много великих открытий, но величайшим было его открытие Фарадея.

Путешествие по Континенту с Дэви стало событием в жизни Фарадея, который до того времени, насколько он помнил, никогда не удалялся на двенадцать миль от Лондона. В этом путешествии он встретил Вольту, которого он описывает как "крепкого пожилого человека, очень свободного в общении". Он посетил Академию Чименто во Флоренции и написал: "Здесь было много интересного; в одном месте находился первый телескоп Галилея, с помощью которого он обнаружил спутники Юпитера. Это была простая трубка из дерева и бумаги, длиной около трех с

половиной футов, с линзами на каждом конце. Была также первая линза, которую изготовил Галилей. Она была вставлена в очень красивую латунную рамку с надписью на латыни".

Фарадей пересек Альпы и Апеннины, поднялся на Везувий, посетил Рим и увидел светлячка. Последнее показалось ему таким же замечательным, как и первое.

Вскоре после своего возвращения в Лондон он влюбился. Теперь Фарадей решил, что не поддастся главной страсти. На самом деле, он написал различные клеветнические высказывания о любви, примером которых является следующее:

"Что является вредителем и язвой человеческой жизни?
И какое проклятие часто навлекает жена?
Это Любовь.

Что не руководит горячим намерением безумца,
В чем тупица вполне компетентен?
Чего мудрый человек всегда стремится избегать,
Хотя это все еще происходит в мире.
Это Любовь".

Но он не считался со своим собственным сердцем. Вскоре мы обнаруживаем, что он пишет мисс Саре Барнард, умной девушке двадцати одного года: "Вы обратили меня с одного ошибочного пути, позвольте мне надеяться, что вы попытаетесь исправить то, в чем ошибаются другие.... Снова и снова я пытаюсь сказать, что я чувствую, но не могу. Позвольте мне, однако, заявить, что я не эгоистичное существо, которое желает подчинить себе ваши чувства только ради себя самого. Каким бы образом я ни мог послужить вашему счастью, пристальным вниманием или отсутствием, это будет сделано. Не обижай меня, лишая своей дружбы, и не наказывай за то, что я стремлюсь быть больше, чем другом, делая меня меньшим".

Они поженились и жили в комнатах Королевского института. Ни один поэт никогда не любил так нежно, как Фарадей. Поистине, наука не иссушает кровь в сердце. В возрасте семидесяти одного года, отсутствуя дома несколько дней, он написал своей жене: "Помни меня; я думаю о тебе столько, сколько полезно ни тебе, ни мне. Мы не можем обойтись друг без друга. Но мы любим с твердой надеждой, что любовь будет продолжаться всегда".

Электрические открытия Фарадея

Теперь мы обратимся к электрическим открытиям и изобретениям Фарадея. Людям давно было известно, что в домах, в которые ударила молния, иногда обнаруживаются намагниченные стальные предметы, такие как ножи и иглы. Стрелки компаса на кораблях, пораженных молнией, указывали на юг, а не на север, или отклонялись в сторону и приходили в негодность. Люди задавались вопросом, как электрический разряд может намагнитить сталь. Они испробовали искру от электрической машины, но без определенного результата. Франклин в своем эксперименте по намагничиванию стальной иглы путем пропускания через нее электрической искры не мог сказать до того, как искра была пропущена через иглу, какой конец будет северным полюсом. Не было никакой видимой связи между направлением

электрического разряда и полярностью иглы. После открытия электрической батареи люди попытались обнаружить связь между электрическим током и магнетизмом.

Эрстед и электромагнетизм

Первых успехов в этом направлении добился Ханс Кристиан Эрстед, уроженец Дании. Бедность вынудила отца забрать его из школы в возрасте двенадцати лет и отдать в аптеку. Мальчик по имени Ганс находил удовольствие в химической работе аптекаря. Его стремление учиться и давление бедности привели к тому, что он пренебрег обычными детскими развлечениями и посвятил свой досуг чтению и учебе. Он снова поступил в школу и, хотя зарабатывал на жизнь собственным трудом, с отличием окончил Копенгагенский университет. Он был назначен профессором физики в этом университете, и здесь он сделал свое первое великое открытие в области электромагнетизма.

После семи лет работы над выявлением связи между текущим электричеством и магнетизмом он сделал открытие, которое оказалось первым шагом к изобретению динамо-машины. Он пользовался магнитным компасом, который представляет собой маленькую магнитную стрелку, уравновешенную на стальном наконечнике. Стрелка указывает почти на север и юг, если только ее не потревожит поднесенный к ней магнит. Он пытался выяснить, будет ли провод, по которому течет ток, мешать работе компаса, как это делает магнит. Он попробовал протянуть проволоку на восток и запад, думая, что стрелка компаса будет следовать за проволокой, как за магнитом. Однажды, когда он читал лекцию своим студентам, ему впервые пришло в голову наложить проволоку на север и юг поверх стрелки компаса. Сделав это, он был удивлен и озадачен, увидев, что стрелка поворачивается и указывает почти на восток и запад (рис. 21). При изменении направления тока стрелка поворачивалась в противоположном направлении. Он открыл магнитное действие электрического тока. Вскоре после этого стало известно, что катушка проволоки с протекающим по ней электрическим током действует как магнит, и что ток, протекающий вокруг бруска мягкого железа, превращает железо в магнит (рис. 22 и 23).

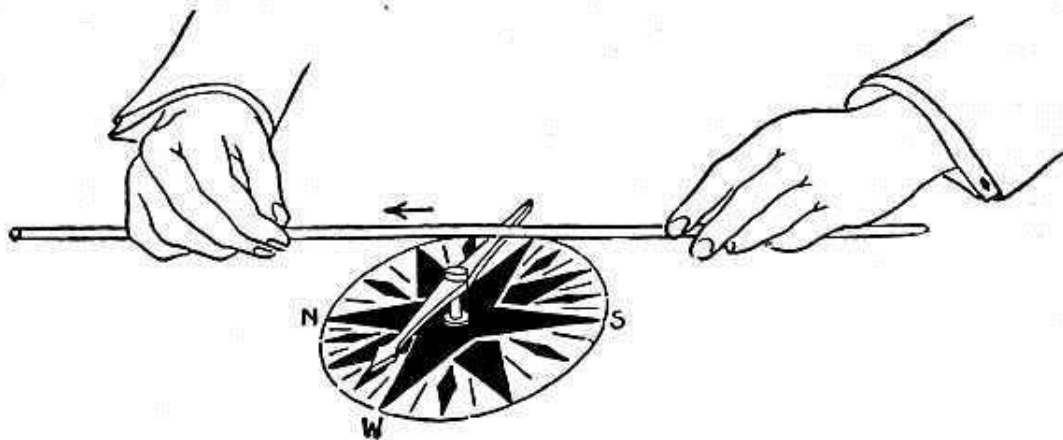


FIG. 21—OERSTED'S EXPERIMENT

РИС. 21–

ЭКСПЕРИМЕНТ ЭРСТЕДА

Электрический ток, текущий по стрелке компаса в направлении севера, заставляет стрелку поворачиваться до тех пор, пока она не укажет почти на запад.

С разрешения Джозефа Г. Бранча.



FIG. 22.—A COIL WITH A CURRENT FLOWING THROUGH IT ACTS LIKE A MAGNET



FIG. 23.—A BAR OF SOFT IRON WITH A CURRENT FLOWING AROUND IT BECOMES A MAGNET

РИС. 22.КАТУШКА

С ПРОТЕКАЮЩИМ ПО НЕЙ ТОКОМ ДЕЙСТВУЕТ КАК МАГНИТ

Катушка собирает железные опилки.

РИС. 23 –БРУСОК МЯГКОГО ЖЕЛЕЗА, ВОКРУГ КОТОРОГО ТЕЧЕТ ТОК, СТАНОВИТСЯ МАГНИТОМ

Ampère

Новость об открытии Эрстеда вызвала большой интерес по всей Европе. Вскоре после объявления о нем во Франции Андре Мари Ампер сделал открытие не меньшей важности. Эрстед открыл электромагнетизм. Ампер открыл электрическую энергию или движение, создаваемое электрическим током.

Юность Ампера прошла среди бурных сцен Французской революции. Его отец переехал из своего загородного дома в Лион и стал мировым судьей. При разрушении города Лион во время правления террора он лишился головы под гильотиной.

Удар был слишком силен для Ампера, тогда восемнадцатилетнего юноши. Он был не по годам развитым ребенком, продвинувшимся не по годам во всех школьных предметах. Но теперь его сильный ум сдал. В течение года он бродил, механически насыпая кучи песка или глядя в небо. Затем к нему вернулись умственные способности, и он с рвением взялся за изучение ботаники и поэзии.

Он стал профессором Политехнической школы в Париже, и именно во время преподавания в этой школе он совершил свои великие открытия. Он обнаружил, что два мотка проволоки

можно сделать так, чтобы они притягивали или отталкивали друг друга с помощью электрического тока. Если ток течет через две катушки в одном направлении, они притягиваются друг к другу (рис. 24). Если ток течет по катушкам в противоположных направлениях, они отталкиваются друг от друга (рис. 25). Для нас это не очень странно, поскольку мы знаем, что катушка с протекающим через нее током действует точно так же, как магнит. Таким образом, каждая катушка имеет северный полюс и южный полюс. Если катушки расположены так, что два северных полюса или два южных полюса находятся вместе, они будут отталкиваться друг от друга. Если северный полюс одной катушки находится рядом с южным полюсом другой, они будут притягиваться друг к другу.



FIG. 24—TWO COILS WITH CURRENTS FLOWING IN SAME DIRECTION ATTRACT EACH OTHER



FIG. 25—TWO COILS WITH CURRENTS FLOWING IN OPPOSITE DIRECTIONS REPEL EACH OTHER

РИС. 24—ДВЕ

КАТУШКИ С ТОКАМИ, ТЕКУЩИМИ В ОДНОМ НАПРАВЛЕНИИ, ПРИТЯГИВАЮТСЯ ДРУГ К ДРУГУ
РИС. 25—ДВЕ КАТУШКИ С ТОКАМИ, ТЕКУЩИМИ В ПРОТИВОПОЛОЖНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ, ОТТАЛКИВАЮТСЯ ДРУГ ОТ ДРУГА

Ампер считал, что внутри земли протекают электрические токи и что земля имеет северный и южный магнитные полюса по той же причине, по которой катушка провода имеет магнитные полюса; что эти полюса вызваны токами, текущими в земле, точно так же, как полюса катушки вызваны током, текущим в катушке.

Мы отдаем честь названию Ампера всякий раз, когда измеряем электрический ток, поскольку электрические токи измеряются в "амперах".

Араго

Еще одно важное открытие было сделано молодым французом Франсуа Араго в течение года после того, как Эрстед и Ампер сделали свои открытия. Три великих открытия этих людей были сделаны в 1819 и 1820 годах. Юность Араго была полна приключений. Он помогал проводить разведку в Пиренеях, прибежище дерзких банд разбойников. Дважды к нему в каюту приходил главарь шайки разбойников, выдававший себя за таможенника. Во время второго визита он сказал грабителю: "Ваше положение мне прекрасно известно. Я знаю, что вы не таможенный

стражник. Я узнал, что вы главный грабитель страны. Скажите мне, есть ли мне чего опасаться со стороны ваших сообщников. Грабитель ответил: "Мысль ограбить вас действительно приходила нам в голову; но в тот день, когда мы приставали к французскому посланнику, они направили против нас несколько полков солдат, а мы не так сильны, как они. Позвольте мне добавить, что благодарность, которую я испытываю к вам за приют на ночь, является вашей самой надежной гарантией.

Позже, когда возникла угроза войны между Испанией и Францией, его обвинили в шпионаже, и была сформирована толпа, чтобы убрать его с дороги. Переодевшись, он пробрался сквозь толпу и сел на испанский корабль. Его перевезли в Марокко, он выдержал натиск кровожадных мусульман в Алжире, чудом избежал смерти и все это время цеплялся за бумаги, в которых были зафиксированы результаты обследования в горах, и доставил их в целости в офис Бюро долготы в Париже.

Араго сделал открытие, которое вместе с открытиями Эрстеда и Ампера подготовило путь к великим электрическим открытиям Фарадея и изобретению динамо-машины. Он обнаружил, что медная пластинка, вращающаяся над или под магнитной стрелкой, будет тянуть иглу за собой (рис. 26). Он мог увеличить скорость вращающейся медной пластины настолько, что игла быстро вращалась бы, следуя за медной пластиной. Фарадей был первым, кто объяснил эксперимент Араго.

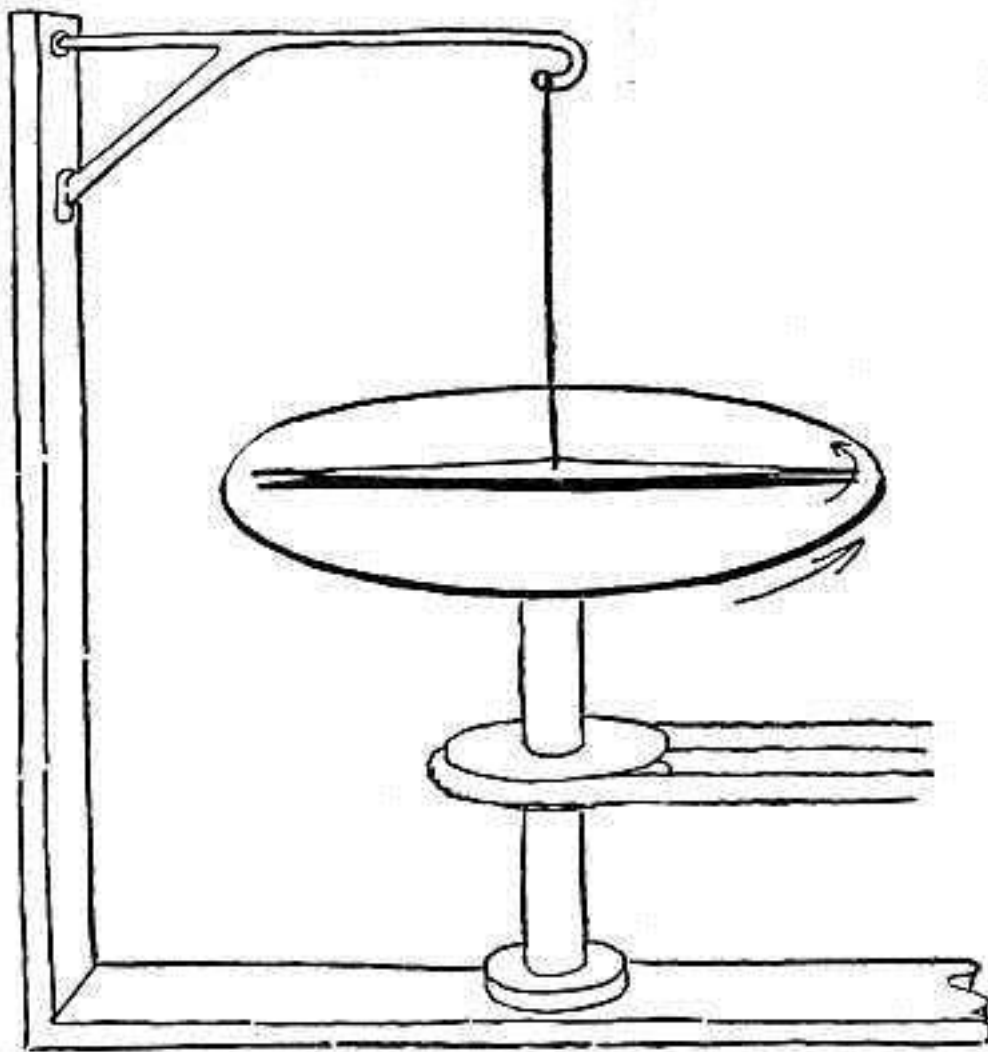


FIG. 26—ARAGO'S EXPERIMENT

РИС. 26–

ЭКСПЕРИМЕНТ АРАГО

Когда медная пластина вращается, магнит тоже вращается, хотя и не касается медной пластины.

Первый электрический двигатель Фарадея

Первое электрическое открытие Фарадея было сделано вскоре после открытия Араго. Эрстед доказал, что электрический ток действует на магнит. Магнит поворачивается под прямым углом к проволоке. Фарадей увидел, что это происходит потому, что северный полюс магнита пытается обогнуть проволоку в одном направлении, а южный - в противоположном. Он поместил магнит торцом в чашку из ртути так, чтобы один полюс магнита находился над ртутью, и обнаружил, что магнит будет вращаться вокруг провода, по которому течет ток. Когда ток действует только на один полюс магнита, магнит вращается вокруг провода (рис. 27). Таким образом, первое электрическое открытие Фарадея подготовило почву для создания электродвигателя.

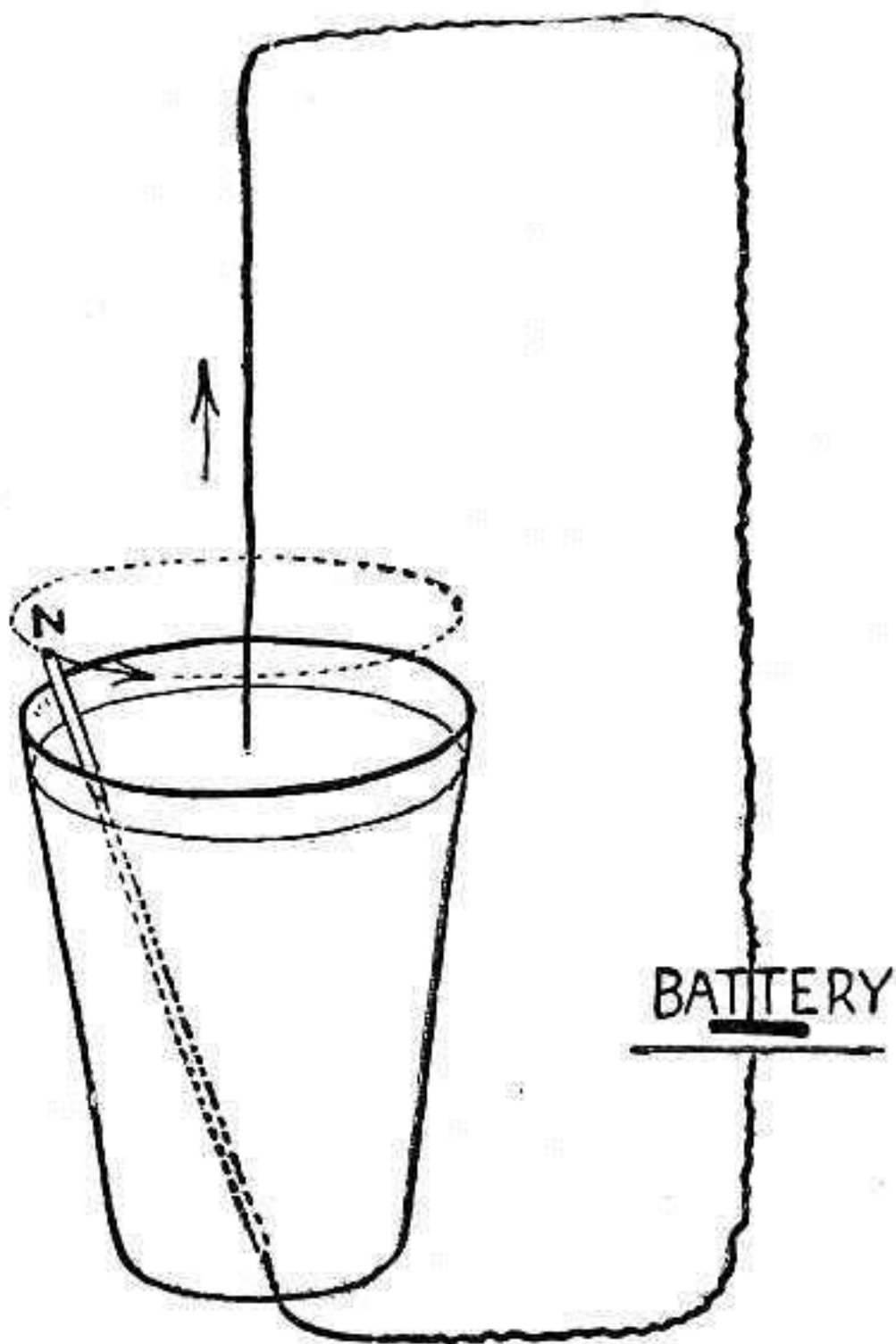


FIG. 27—ONE POLE OF A MAGNET SPINS
ROUND A WIRE THROUGH WHICH AN
ELECTRIC CURRENT FLOWS

РИС. 27—ОДИН

ПОЛЮС МАГНИТА ВРАЩАЕТСЯ ВОКРУГ ПРОВОДА, ПО КОТОРОМУ ТЕЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

Электрический ток , производимый магнитом

Он записал в своей записной книжке: "Преобразуйте магнетизм в электричество".

Электрический ток намагнитил бы железо. Разве магнит не производил бы электрический ток? Это была его проблема.

Он подсоединил катушку провода к прибору, который определял, когда течет ток, и поместил в катушку магнит. Другие утверждали, и Фарадей сначала поверил, что ток будет протекать, пока магнит неподвижно лежит внутри катушки. Но Фарадей был готов к неожиданностям, и неожиданное произошло. На мгновение, когда он вставил магнит в катушку, его прибор показал, что течет ток. И снова, когда он быстро извлек магнит из катушки, потек ток, но в противоположном направлении (рис. 28). Из этого простого эксперимента вырос механизм переменного тока, с помощью которого энергия Ниагары используется для освещения городов и управления электромобилями на расстоянии многих миль.

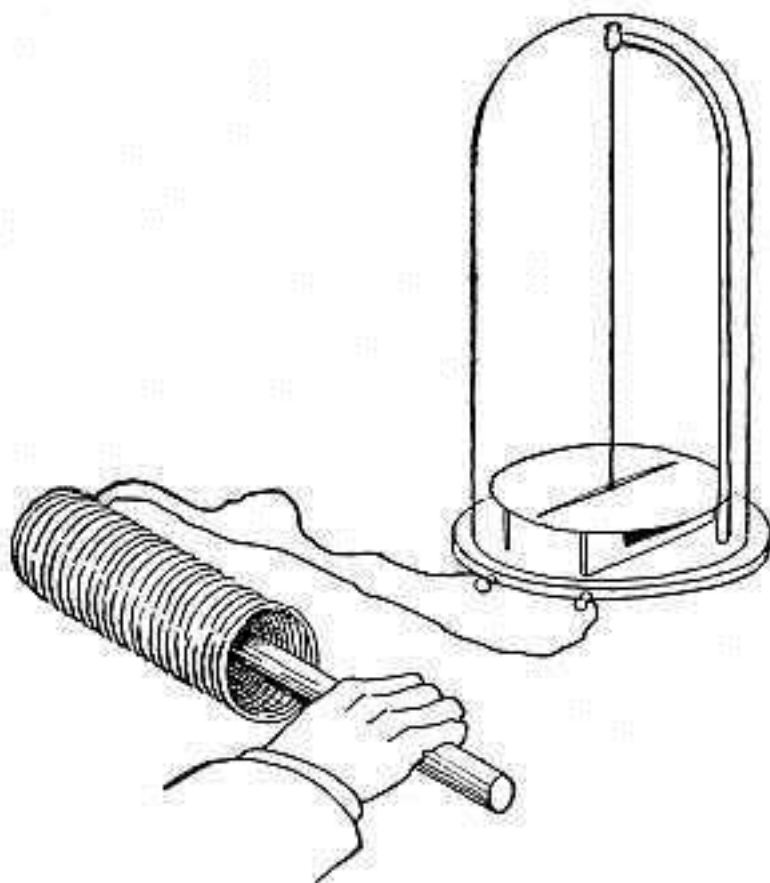


FIG. 28—WHEN A MAGNET IS THRUST INTO A COIL OF WIRE IT CAUSES A CURRENT TO FLOW IN THE COIL, BUT THE CURRENT FLOWS ONLY WHILE THE MAGNET IS MOVING

РИС. 28—КОГДА

МАГНИТ ВСТАВЛЯЕТСЯ В КАТУШКУ С ПРОВОЛОКОЙ, ЭТО ВЫЗЫВАЕТ ПРОТЕКАНИЕ ТОКА В КАТУШКЕ, НО ТОК ПРОТЕКАЕТ ТОЛЬКО ВО ВРЕМЯ ДВИЖЕНИЯ МАГНИТА

Рисунок воспроизведен с разрешения Джозефа Г. Бранча.

Друг Фарадея, узнав об этом открытии, написал следующие импровизированные строки:

"Вокруг магнита Фарадей
был уверен, что молнии Вольты играют.
Но как вытянуть их из проволоки?
Он извлек урок из сердца:
когда мы встречаемся, когда мы расстаемся,
Вспыхивает электрический огонь".

Магнит будет генерировать электрический ток в проводе, но только тогда, когда магнит или провод находятся в движении.

Обнаружение и измерение электрического тока

Прибор, который Фарадей использовал для обнаружения тока, был получен из эксперимента Эрстеда. Когда ток течет по стрелке компаса в направлении север-юг, стрелка поворачивается. Когда ток прекращается, стрелка возвращается в положение "север-юг". Воздействие на иглу будет сильнее, если ток протекает через катушку провода и катушка расположена в направлении север-юг вокруг иглы (рис. 29). Чем сильнее ток, протекающий через катушку, тем дальше стрелка повернется от положения север-юг.

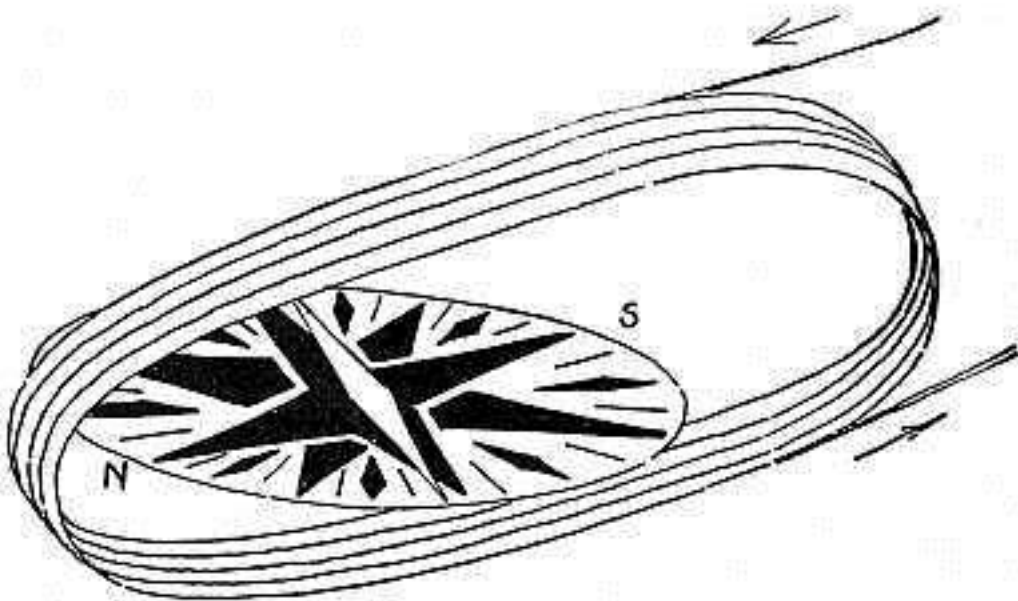


FIG. 29—A COIL OF WIRE AROUND A COMPASS-NEEDLE

РИС. 29—МОТОК

ПРОВОЛОКИ ВОКРУГ СТРЕЛКИ КОМПАСА

Стрелка показывает, когда течет ток и насколько он силен.

Катушка и игла вместе называются гальванометром и могут использоваться для определения того, когда протекает ток, а также для указания силы тока.

Электрический ток, создаваемый магнитным полем Другого Тока

Фарадей обнаружил, что ток, текущий вокруг куска железа, превращает железо в магнит, и что движущийся магнит вызывает протекание тока в проводе. Ему показалось, что второй провод, расположенный рядом с первым, должен пропускать ток без использования железа. Он намотал два мотка медной проволоки на одну и ту же деревянную катушку. Проволоку от двух катушек он разделил бечевкой и ситцем. Одна катушка была соединена с гальванометром, другая - с батареей из десяти элементов, но при этом нельзя было заметить ни малейшего поворота стрелки. Но его не остановил ни один сбой. Он увеличил мощность аккумулятора с десяти до ста элементов, но безрезультатно. Ток спокойно протекал по проводу батареи, не оказывая во время своего протекания никакого воздействия на гальванометр. Во время его протекания ожидался эффект.

И снова произошло неожиданное. В момент соприкосновения с батареей произошло легкое движение стрелки. Когда контакт был разорван, сделайте еще одно небольшое движение, но в направлении, противоположном первому (рис. 30). Ток в одном проводе вызывал протекание тока в другом, но ток во втором проводе продолжался в течение мгновения только при установлении и разрыве контакта с батареей. Так было положено начало индукционной катушке, используемой сегодня в беспроводной телеграфии.

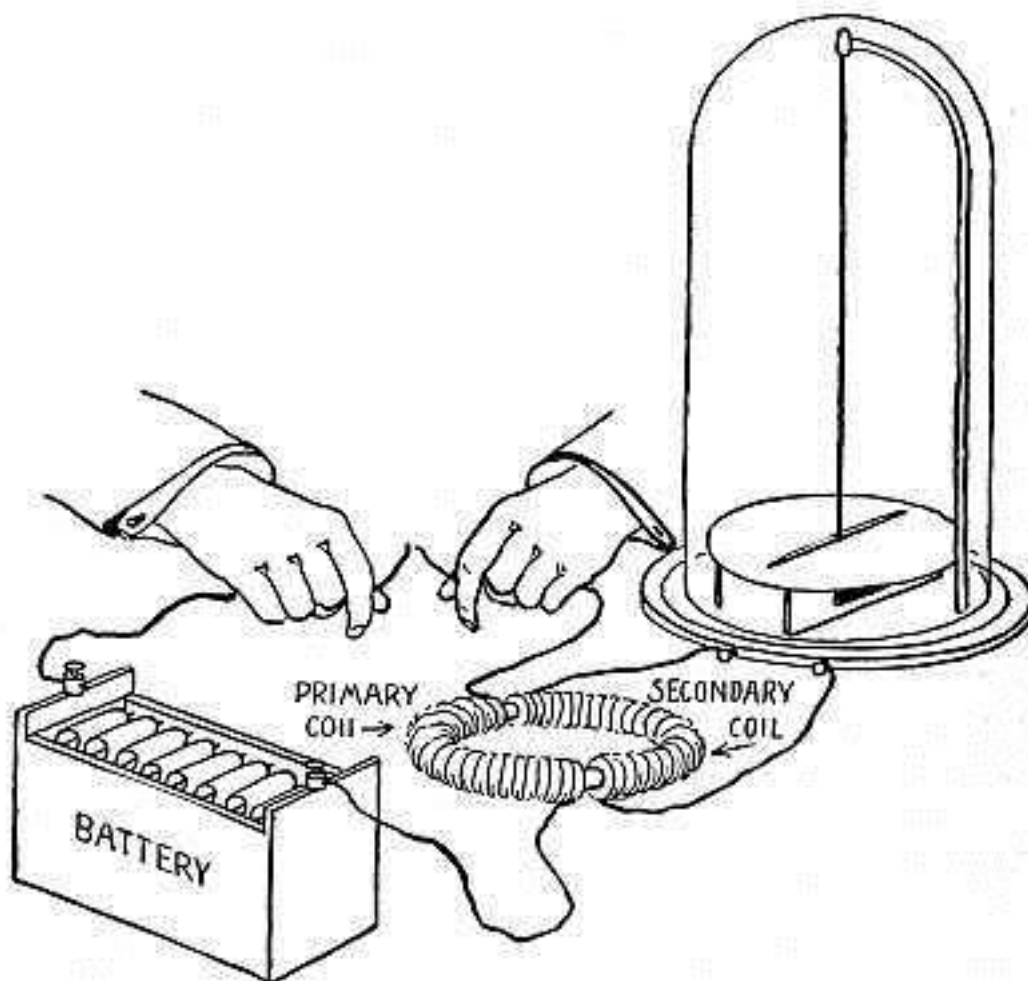


FIG. 30—PARADAY'S INDUCTION-COIL

РИС. 30—

ИНДУКЦИОННАЯ КАТУШКА ФАРАДЕЯ

Запуск и остановка тока батареи в первичной обмотке вызывает изменение магнитного поля, и это вызывает протекание тока во вторичной обмотке.

Рисунок воспроизведен с разрешения Джозефа Г. Бранча.

В чем же был его секрет? Просто это: ток в одном проводе вызовет протекание тока в другом проводе рядом с ним, но только при изменении тока в первом проводе. То есть в тот момент, когда первый провод подключен к батарее или его соединение разорвано, во втором проводе индуцируется ток. Ко второму проводу не подключена батарея или другой источник тока; но по этому проводу протекает ток, потому что он находится рядом с проводом, в котором быстро начинается и прекращается ток. Когда эти два провода наматываются в катушки, вместе они образуют индукционную катушку. Провод, который мы назвали первым проводом, образует "первичную" катушку, а тот, который мы назвали вторым проводом, образует "вторичную" катушку. Многократно замыкая цепь в первичной обмотке, мы получаем переменный ток во вторичной обмотке. Рис. 31 взят с фотографии некоторых катушек, которые на самом деле использовал Фарадей.

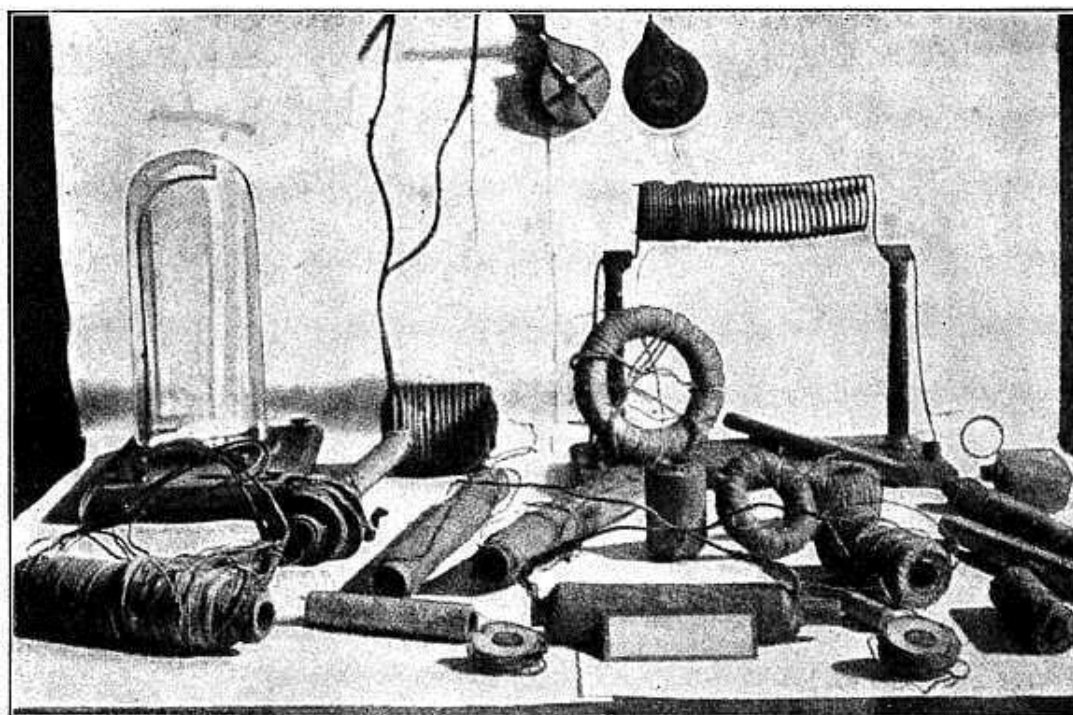


FIG. 31—HISTORICAL APPARATUS OF FARADAY IN THE ROYAL INSTITUTION

РИС. 31–

ИСТОРИЧЕСКИЙ АППАРАТ ФАРАДЕЯ В КОРОЛЕВСКОМ ИНСТИТУТЕ

Здесь показаны некоторые из трансформаторных катушек Фарадея. Прибор слева в стеклянном футляре - это его гальванометр.

Динамо-машина Фарадея

Следующей целью Фарадея было изобрести новую электрическую машину. Фарадей считал, что в медном диске Араго, вращающемся рядом с магнитом, индуцируется ток. Именно действие этого наведенного тока заставляло магнит следовать за вращающимся диском. Можно ли собрать ток в диске Араго и заставить его течь по проводу? Он поместил медный диск между полюсами магнита. Один провод гальванометра проходил вокруг оси диска, другой он держал в контакте с краем. Он покрутил диск. Стрелка гальванометра сдвинулась. По вращающемуся диску протекал ток. Ток от вращающегося диска проходил через гальванометр. Фарадей открыл динамо-машину (рис. 32).

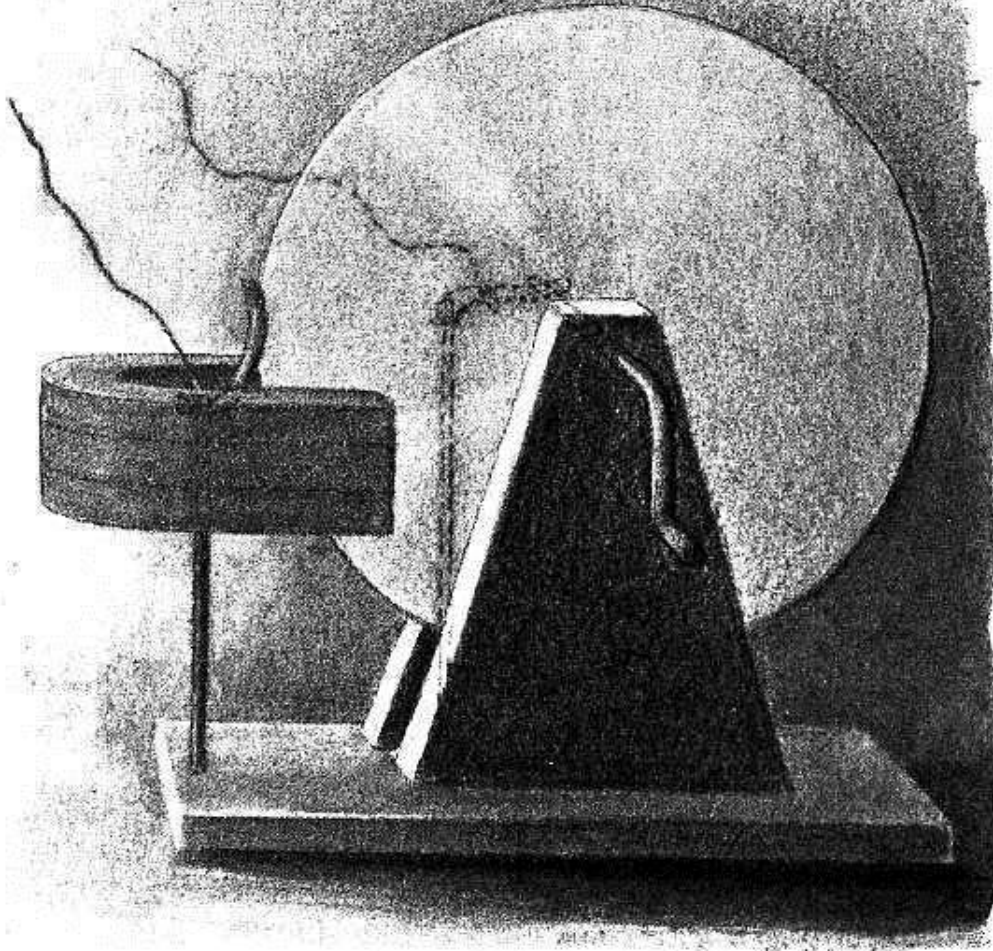


FIG. 32—FARADAY'S FIRST DYNAMO

РИС. 32 – ПЕРВАЯ

ДИНАМО-МАШИНА ФАРАДЕЯ

По медному диску протекает ток, когда он вращается между полюсами магнита.

С разрешения Джозефа Г. Бранча.]

Вся эта работа заняла всего десять дней осенью 1831 года, хотя до этого прошли годы подготовки. За эти десять дней был заложен фундамент для индукционной катушки, современного динамоэлектрического оборудования и электрического освещения. На рис. 33 показана лаборатория, в которой Фарадей выполнял эту работу.

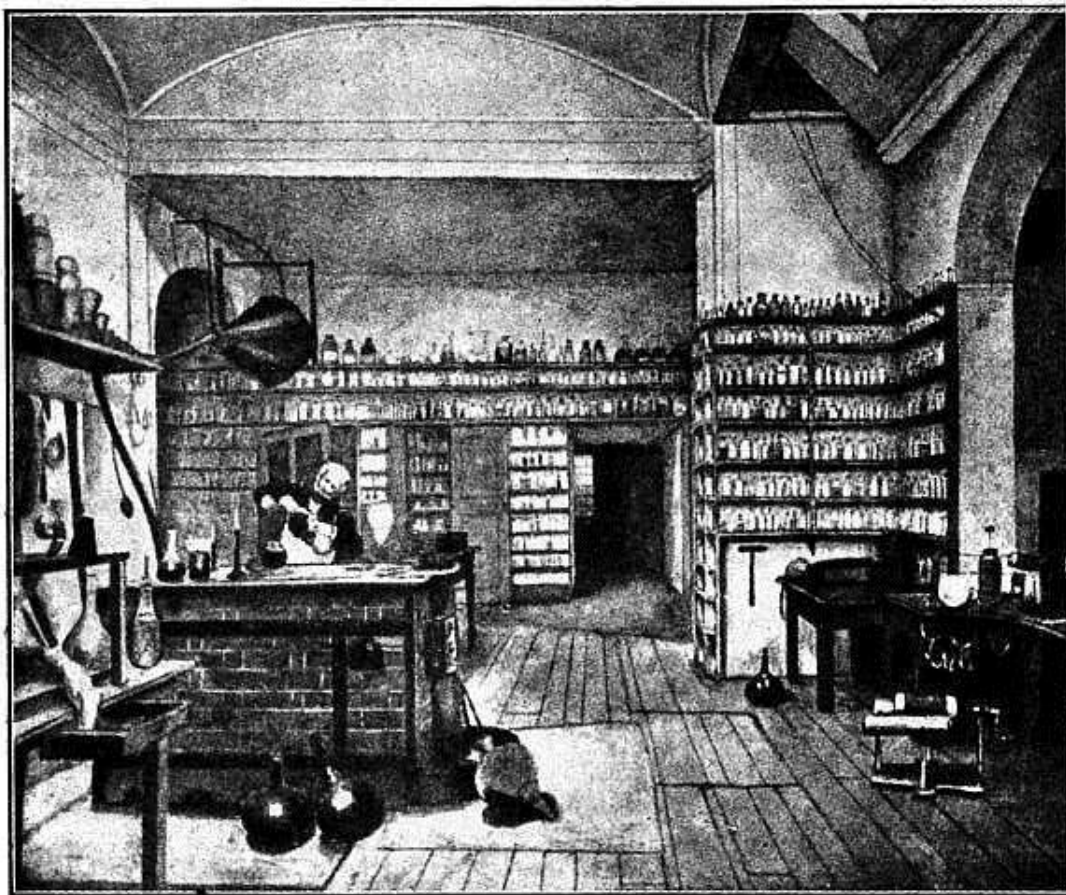


FIG. 33—FARADAY'S LABORATORY, WHERE THE FIRST DYNAMO WAS MADE

РИС. 33 –

ЛАБОРАТОРИЯ ФАРАДЕЯ, ГДЕ БЫЛА ИЗГОТОВЛЕНА ПЕРВАЯ ДИНАМО-МАШИНА

С акварельного рисунка мисс Харриет Мур.

Фарадей продолжал исследовать открывшуюся перед ним область. В одном эксперименте два маленьких угольных карандаша, слегка соприкасающихся друг с другом, были подсоединены к концам вторичной катушки. При замыкании первичной цепи между угольными наконечниками пробегала искра. Это был первый трансформатор, производящий крошечный электрический свет (рис. 34).

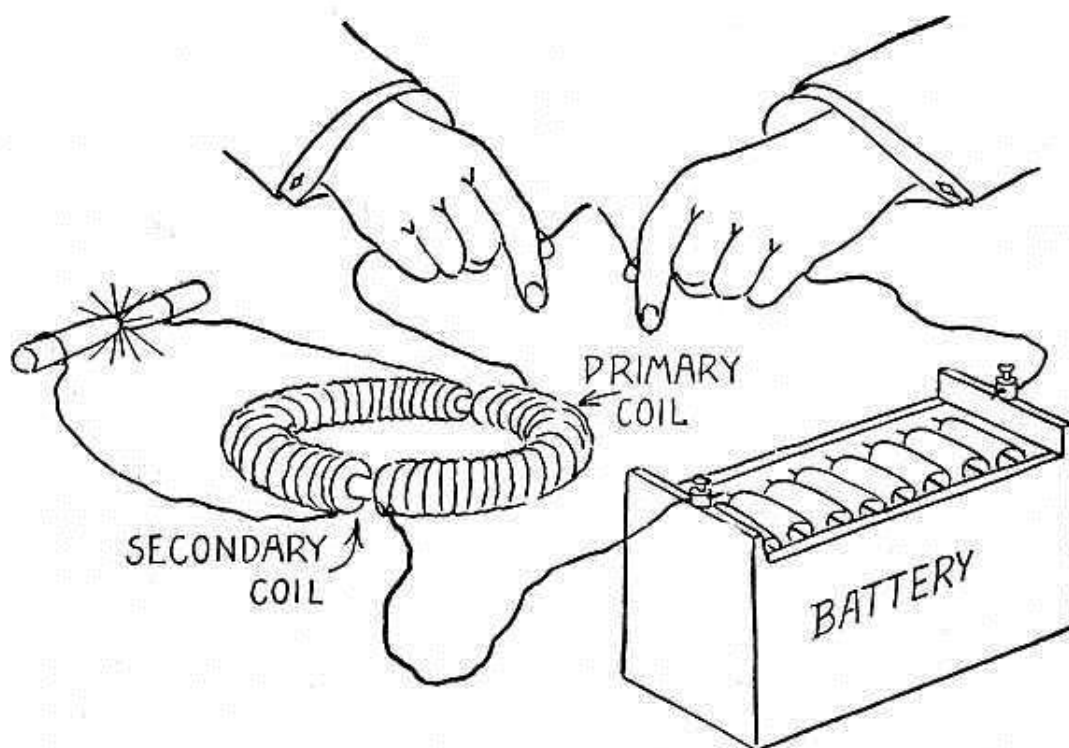


FIG. 34—THE FIRST TRANSFORMER

РИС. 34—ПЕРВЫЙ

ТРАНСФОРМАТОР

Фарадей открыл катушку индуктивности, динамо-машину и трансформатор и показал, что в каждом из них именно магнетизм производит электрический ток. Он раскрыл секрет, когда получил ток, вставив магнит в катушку проволоки. Пространство вокруг магнита, в котором магнит будет притягивать железо, он назвал "магнитным полем" (рис. 35 и 36). В каждом случае магнетизма, вызывающего протекание электрического тока в проволочной катушке, катушка находится в магнитном поле, и магнитное поле меняется — то есть магнитное поле становится попеременно сильнее и слабее, или катушка перемещается поперек магнитного поля. Дело в том, что магнетизм в состоянии покоя не будет производить электрический ток. Должно быть изменяющееся магнитное поле или движение. В динамо-машине Фарадея медный диск вращался между полюсами магнита, и вращение диска в магнитном поле вызывало электрический ток. В современной динамо-машине ток возникает при вращении катушки проволоки в магнитном поле. В катушке индуктивности изменение магнитного поля вызывает протекание тока во вторичной катушке. Проволочная катушка, по которой течет электрический ток, будет притягивать железо, как магнит. Первичная катушка с протекающим через нее током от батареи действует во всех отношениях как магнит; но как только ток перестает течь, магнитное поле исчезает — катушка больше не является магнитом. Когда мы устанавливаем и разрываем соединение между первичной катушкой и батареей, мы многократно создаем и разрушаем магнитное поле, и это изменяющееся магнитное поле вызывает протекание тока во вторичной катушке. Катушка индуктивности - это одна из форм трансформатора. Позже мы увидим, как развивались динамо-машина и трансформатор в девятнадцатом веке.

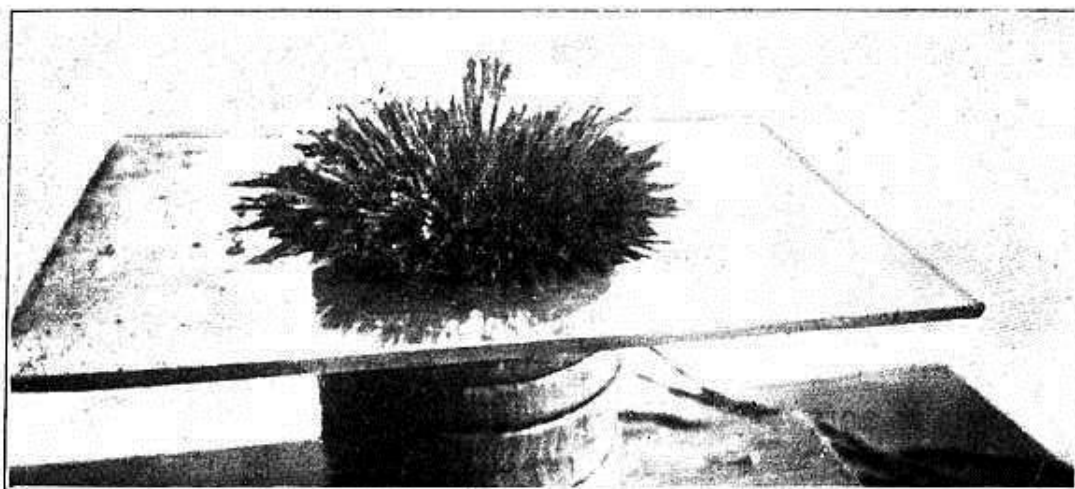


FIG. 35—THE "MAGNETIC FIELD" IS THE SPACE AROUND A MAGNET IN WHICH IT WILL ATTRACT IRON

РИС. 35 –

"МАГНИТНОЕ ПОЛЕ" - ЭТО ПРОСТРАНСТВО ВОКРУГ МАГНИТА, В КОТОРОМ ОН БУДЕТ ПРИТЯГИВАТЬ ЖЕЛЕЗО

Железные опилки на магните располагаются вдоль "силовых линий".

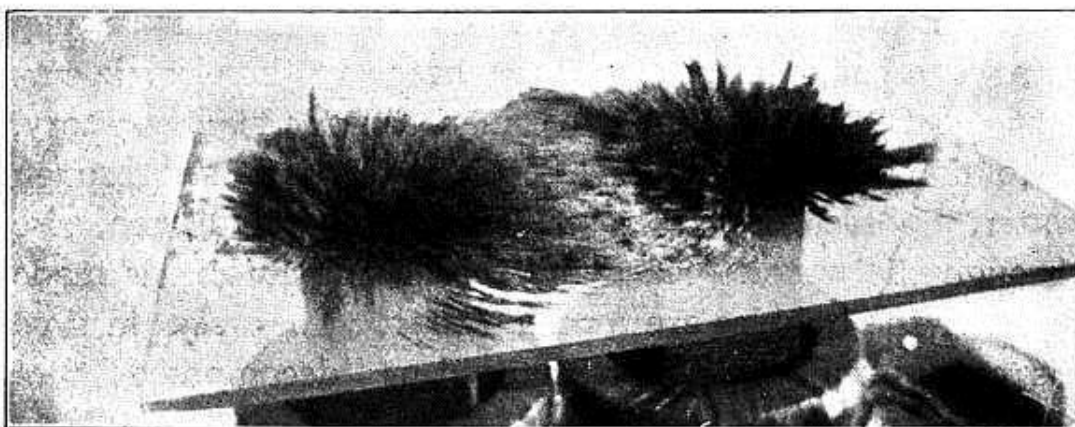


FIG. 36—MAGNETIC FIELD OF A HORSESHOE MAGNET

РИС. 36–

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ПОДКОВОООБРАЗНОГО МАГНИТА

Будучи мальчиком, Фарадей пропустил ток от своей маленькой батарейки через банку с водой из цистерны и увидел в воде "плотное белое облако", спускающееся с положительного провода, и пузырьки, поднимающиеся с отрицательного провода. Электрический ток вынимал что-то из воды. Когда позже он провел этот эксперимент в своей лаборатории, он обнаружил, что всякий раз, когда электрический ток пропускается через воду, в воде поднимаются пузырьки двух газов, кислорода и водорода. Он обнаружил, что если усилить ток, пузырьки образуются быстрее. Вода со временем исчезает, поскольку она была заменена или "разложилась" на два газа.

Это был ток от батареи, который разлагал воду. Электричество от электрической машины будет делать другие вещи, которые он никогда не видел, чтобы делал ток от батареи. "Производят ли

аккумулятор и электрическая машина разные виды электричества, или электричество одно и то же, каким бы способом оно ни производилось?" Именно этот вопрос беспокоил его. Ответ на этот вопрос был настолько неопределенным, что эффект от вольтовой батареи был назван "гальванизмом", в то время как эффект от машины трения сохранил название "электричество".

Фарадей провел множество экспериментов в поисках ответа на этот вопрос. Он обнаружил, что электричество машины будет производить тот же эффект, что и электричество аккумулятора, если машина будет вынуждена медленно разряжаться. Электрическую машину или батарею лейденских банок можно заставить пропускать электрический ток, и этот ток будет воздействовать на магнитную стрелку так же, как ток от батареи. Он намагничивает сталь. При пропускании через воду вода разлагается на два газа кислород и водород. Короче говоря, ток от электрической машины или лейденской банки будет делать все, что будет делать ток от электрической батареи. Фарадей заставил лейденскую банку давать ток вместо искры, соединив два металлических покрытия влажной нитью. С другой стороны, разряд мощной электрической батареи вызовет искру и подействует на нервы человека так же, как разряд электрической машины. От одного можно получить те же эффекты, что и от другого.

При выходе из машины небольшое количество электроэнергии выделяется под высоким давлением, поскольку вода может вытесняться через небольшое отверстие под очень высоким давлением. С другой стороны, гальванический элемент вырабатывает большое количество электроэнергии при низком давлении, поскольку улица может быть затоплена из-за прорыва водопровода, хотя давление низкое. Фактически, количество электричества, необходимое для разложения крупинки воды, равно количеству, выделяемому при ударе молнии, в то время как воздействие разбавленной кислоты на сотую часть унции цинка в батарее дает электричество, достаточное для мощной грозы.

Было проведено множество тестов, и результат стал убедительным доказательством того, что электричество одинаково, независимо от его источника, а различные эффекты обусловлены разницей в давлении и количестве. "Но ни в коем случае, - сказал Фарадей, - даже в случае с электрическим углем и торпедой, производство электроэнергии не происходит без использования чего-либо для ее обеспечения".

Профессиональная работа Фарадея сделала бы его богатым. За один год он заработал 1000 фунтов стерлингов (5000 долларов), и сумма увеличилась бы, если бы он продавал свои услуги по их рыночной стоимости. Но тогда не было бы Фарадея-первооткрывателя. Миру пришлось бы ждать, никто не знает, как долго, закладки основ электротехнической промышленности. Он решил отказаться от богатства ради открытий. Он отказался от профессиональной работы, за исключением должности научного консультанта в Trinity House, организации, отвечающей за службу маяков Великобритании. Он также не доводил свои открытия до практического применения. Как только он открывал один принцип, он отправлялся в погоню за другими, оставляя практическое применение на будущее.

Фарадей любил красоту природы. Закат он называл пейзажем небес. Он увидел красоту электричества, которая, по его словам, заключается не в его тайне, а в том факте, что оно находится под законом и под контролем человеческого интеллекта.

Удивительный закон природы

Вскоре после того, как Фарадей изготовил свою первую динамо-машину, Роберт Майер, врач из Германии, совершил путешествие в Ост-Индию, которое оказалось путешествием открытий. Он плывал в качестве корабельного врача, и через несколько месяцев среди команды корабля вспыхнула эпидемия. При лечении он брал кровь из вен на руках. Он был поражен, увидев, как из вен вытекает ярко-красная кровь. Он, возможно, почти поверил, что по ошибке вскрыл артерию. Вскоре врач, долго проживший в тропиках, объяснил ему, что кровь в венах туземцев, а также иностранцев в тропиках, имеет почти тот же цвет, что и артериальная кровь. В более холодном климате венозная кровь намного темнее артериальной.

Он некоторое время размышлял над этим любопытным фактом и пришел к выводу, что человеческое тело не вырабатывает тепло из ничего, а потребляет топливо. Топливо расходуется в крови, и там вырабатывается тепло. В тропиках требуется меньше тепла, расходуется меньше топлива, и, следовательно, цвет крови меняется меньше.

Когда человек работает, он расходует топливо. Если кузнец нагревает кусок железа ударом молотка, то тепло, отдаваемое железу, и тепло, вырабатываемое в его теле, вместе равны теплоте топлива, потребляемого в его крови. Работа, которую выполняет человек, так же как и тепло его тела, происходит от горения топлива в его крови.

То, что верно для человека, верно и для двигателя. Работа, которую выполняет двигатель, а также вырабатываемое им тепло происходят от тепла топлива в топке. Майер обнаружил, что сто фунтов угля в хорошо работающем двигателе выделяют такое же количество тепла, как девяносто пять фунтов в неработающем двигателе. В работающем двигателе тепло пяти фунтов угля расходуется на работу двигателя и, следовательно, не нагревает двигатель. Тепло, которое используется при работе двигателя, - это уже не тепло, а работа. Итак, Майер сказал, что тепло не уничтожается, а только преобразуется в работу. Далее он сказал, что работа по запуску двигателя может быть снова преобразована в тепло.

Многие ученые Европы выступили против теории Майера. Один великий ученый сказал ему, что, если бы его теория была верна, воду можно было бы согреть встряхиванием. Он вспомнил, что рулевой заметил ему во время путешествия на Яву, что вода, разбитая штормом, теплее, чем спокойная морская вода; но он ничего не сказал. Он пошел в свою лабораторию, провел эксперимент и несколько недель спустя вернулся, восклицая: "Это так! Это так!" Он подогрел воду, просто встряхнув ее.

Эти результаты означают, что работа или энергия не могут быть уничтожены. Хотя они меняют форму многими способами, они никогда не уничтожаются. Человек также не может создавать энергию; он может только управлять ее изменениями, как инженер движением пальца, открывая клапан, приводит локомотив в движение. Он не приводит локомотив в движение. Он направляет энергию, уже находящуюся в паре.

Со времен Галилея людям время от времени удавалось уловить проблеск этого великого закона. Галилей сформулировал свой закон машин, согласно которому, когда машина действительно работает, человек, лошадь или какая-либо другая сила выполняет равный объем работы над машиной. Граф Румфорд провел свой эксперимент с пушкой, показав, что тепло вырабатывается в результате работы лошади. Дэви доказал, что в гальванической батарее что-то должно быть использовано для получения тока - простого контакта металлов недостаточно. Фарадей сказал, что ни в коем случае нельзя производить электроэнергию без того, чтобы что-

то не использовалось для ее обеспечения. Майер ясно сформулировал этот закон энергии, когда сказал, что энергия не может быть создана или уничтожена, а только преобразована из одной формы в другую.

И все же изобретатели не поняли значения этого закона. Они продолжают пытаться изобрести вечные двигатели - машины, которые будут производить работу из ничего. Вот чем был бы вечный двигатель, если бы такая машина была возможна. Для машины без трения это невозможно, а трение означает напрасную работу — превращение работы в тепло. Машина, чтобы поддерживать себя в рабочем состоянии и обеспечивать работу, потраченную впустую из-за трения, должна производить работу из ничего. Великий закон природы таков, что вы не можете получить что-то даром. Получаете ли вы работу, тепло, электричество или свет, что-то должно быть использовано для их производства. За все, что вы получаете от машины, вы должны давать эквивалент. Этот закон нельзя обойти, и на него нельзя ссылаться.

Глава V

ВЕЛИКИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ ДЕВЯТНАДЦАТОГО ВЕКА

Открытия Фарадея подготовили почву для великих изобретений девятнадцатого века. К середине века люди знали, как управлять удивительной силой электричества. Они не знали, что такое электричество, и мы не знаем этого сегодня, хотя и добились некоторого прогресса в этом направлении; но контролировать его и заставлять давать свет, тепло и энергию было важнее.

До того, как изобретения Джеймса Уатта сделали возможным использование энергии пара, заводы строились рядом с падающей водой, чтобы можно было использовать энергию воды. Но паровой двигатель позволил строить огромные заводы везде, где можно было получить воду для котлов. Вокруг заводов строились города. Города, которые и без того были большими, становились еще больше. С ростом городов стала ощущаться потребность в новых средствах производства света и электроэнергии. Электричество обещало стать Геркулесом, который должен выполнять задачи современного мира.

Открытия уступили место изобретениям. Во второй половине девятнадцатого века было сделано много великих изобретений и развивались отрасли промышленности, в то время как открытий было немного почти до конца столетия. В течение этого периода крупные отрасли промышленности, характеризующие нашу современную цивилизацию и возникшие на основе открытий, сделанных наукой в предшествующие столетия, достигли высокой степени развития. В этой главе мы проследим применение некоторых открытий, с которыми мы теперь стали знакомы. Это приведет нас в область электрических изобретений, поскольку сейчас мы имеем дело с началом мировой электрической эры.

Электрические аккумуляторы

Со времен Вольты до времен Фарадея единственным средством получения электрического тока была "вольтова батарея", названная так в честь Вольты. Гальванический элемент является простейшей формой электрической батареи. В этом элементе цинковые и медные пластины помещены в серную кислоту, разбавленную водой. По мере того, как кислота разъедает цинк, образуется газообразный водород. Этот газ собирается в пузырьки на медной пластине и

ослабляет ток. Целью изобретателей было обеспечить постоянный ток, разработать батарею, в которой газ не скапливался бы на медной пластине. Они увидели необходимость в батарее, которая выдавала бы ток неизменной силы до тех пор, пока не израсходуется цинк или кислота.

Первое реальное усовершенствование аккумулятора было внесено профессором Дэниеллом из Королевского колледжа в Лондоне. В ячейке Даниэля цинковая пластина находится в разбавленной серной кислоте, а медная пластина - в растворе синего купороса или медного купороса. Профессор Дэниэлл разделил две жидкости, поместив одну из них в трубку, сделанную из пищевода быка. Эту трубку погрузили в другую жидкость. Газообразный водород, образованный кислотой, действующей на цинк, мог проходить через стенки трубки, но медный купорос останавливал его, и медь осаждалась на медной пластине. Это отложение меди никоим образом не влияло на ток, так что ток не ослабевал до тех пор, пока цинковая пластина или один из растворов не были почти израсходованы. В настоящее время в камерах Daniell для разделения жидкостей используется чашка из пористой фаянсовой посуды (рис. 37). Поместив кристаллы синего купороса в банку из-под батареек, раствор синего купороса может сохранять свою полную крепость в течение очень длительного времени. Цинк со временем расходуется и должен быть заменен.

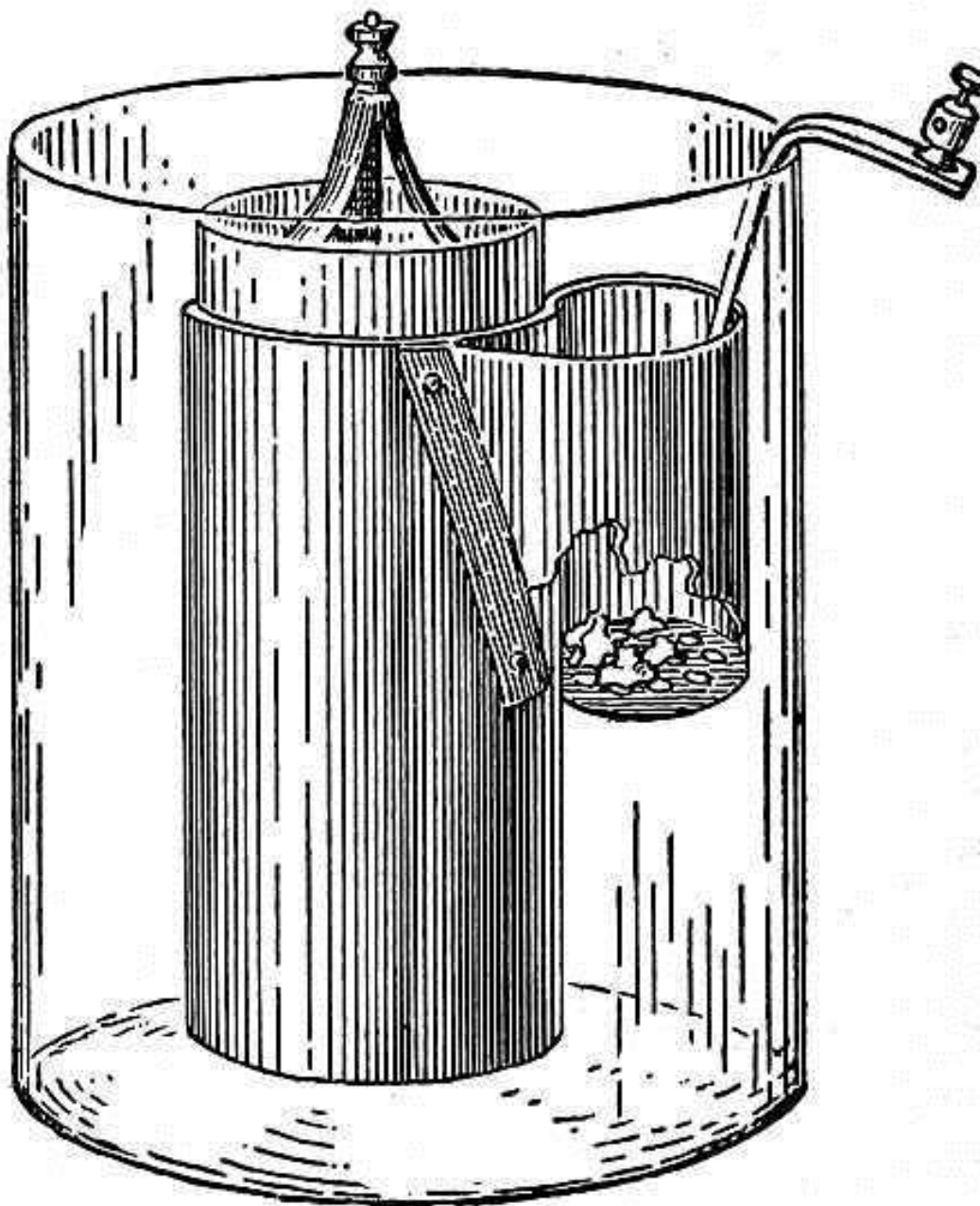


FIG. 37—A DANIELL CELL

РИС. 37 –ЯЧЕЙКА

ДАНИЭЛЯ

В гравитационной ячейке (рис. 38) используются те же материалы, что и в ячейке Даниэля — медь в медном купоросе и цинк в серной кислоте; но пористого стакана нет. Растворы хранятся отдельно под действием силы тяжести, при этом тяжелый медный купорос находится на дне. Гравитационная ячейка до недавнего времени широко использовалась в телеграфии и продолжает использоваться в телеграфии на короткие расстояния и в автоматических блокирующих сигналах. Ячейки gravity и Daniell используются для работы с замкнутым контуром, то есть для работы, при которой ток протекает почти постоянно.

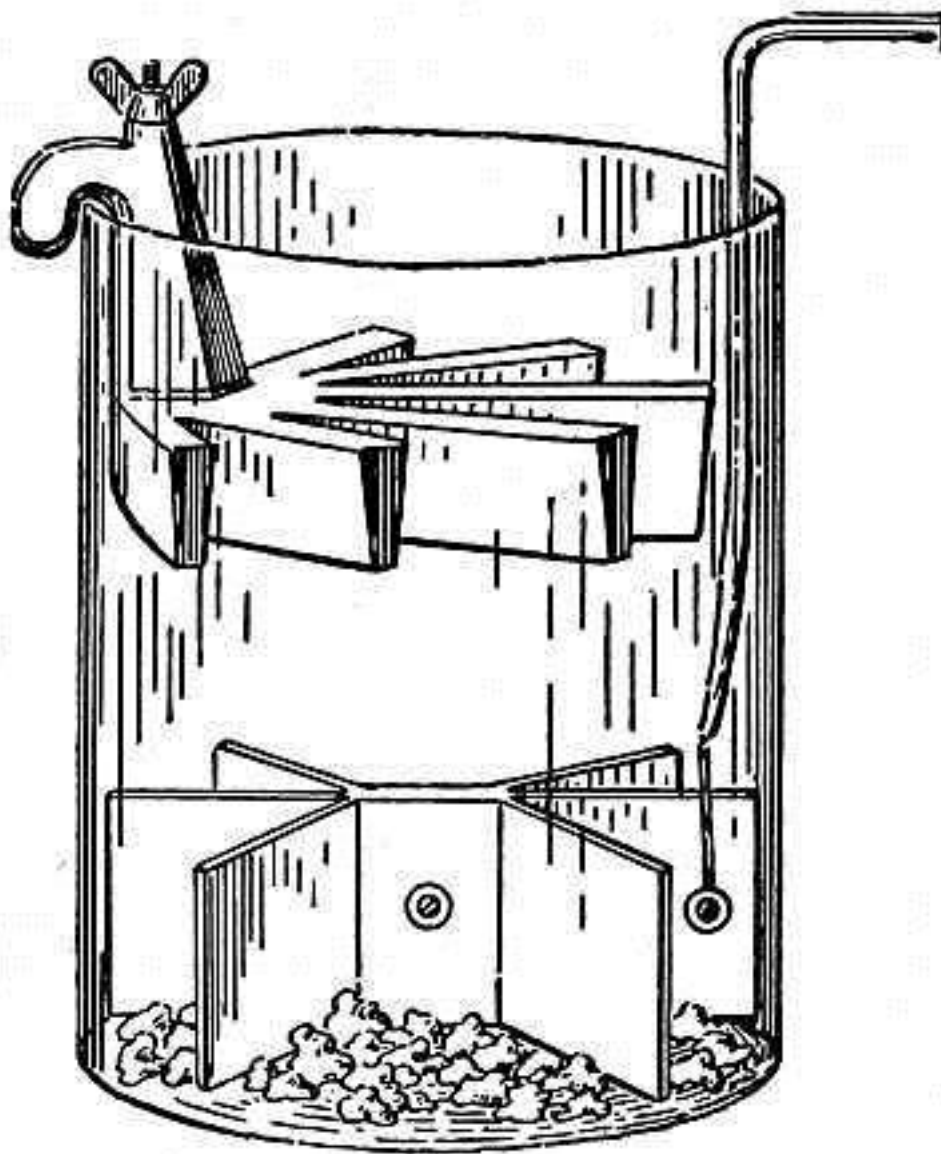


FIG. 38—A GRAVITY CELL

РИС. 38—

ГРАВИТАЦИОННАЯ ЯЧЕЙКА

Разряженный аккумулятор

Еще одним важным усовершенствованием стало изобретение сухого аккумулятора. Вы помните, что первая батарея, изобретенная Вольтой, была разновидностью сухой батареи; но это была очень слабая батарея по сравнению с сухими батареями, используемыми сейчас, так что мы можем назвать сухую батарею новым изобретением. Название "Сухая батарея" ошибочно. Не может быть батареи без жидкости. В сухой батарее цинковый колпачок, образующий внешнюю поверхность элемента, является одной из пластин элемента (рис. 39). Аккумулятор кажется сухим, потому что раствор нашатырного спирта впитывается промокательной бумагой или другим пористым веществом, находящимся в контакте с цинком. Внутренняя пластина

выполнена из углерода и окружена порошкообразным углеродом и диоксидом марганца — последним для удаления газообразного водорода, который скапливается на углеродной пластине. Этот газ ослабляет ток, когда цепь была замкнута на короткое время, но медленно удаляется при разрыве цепи. Таким образом, говорят, что батарея "восстанавливается".

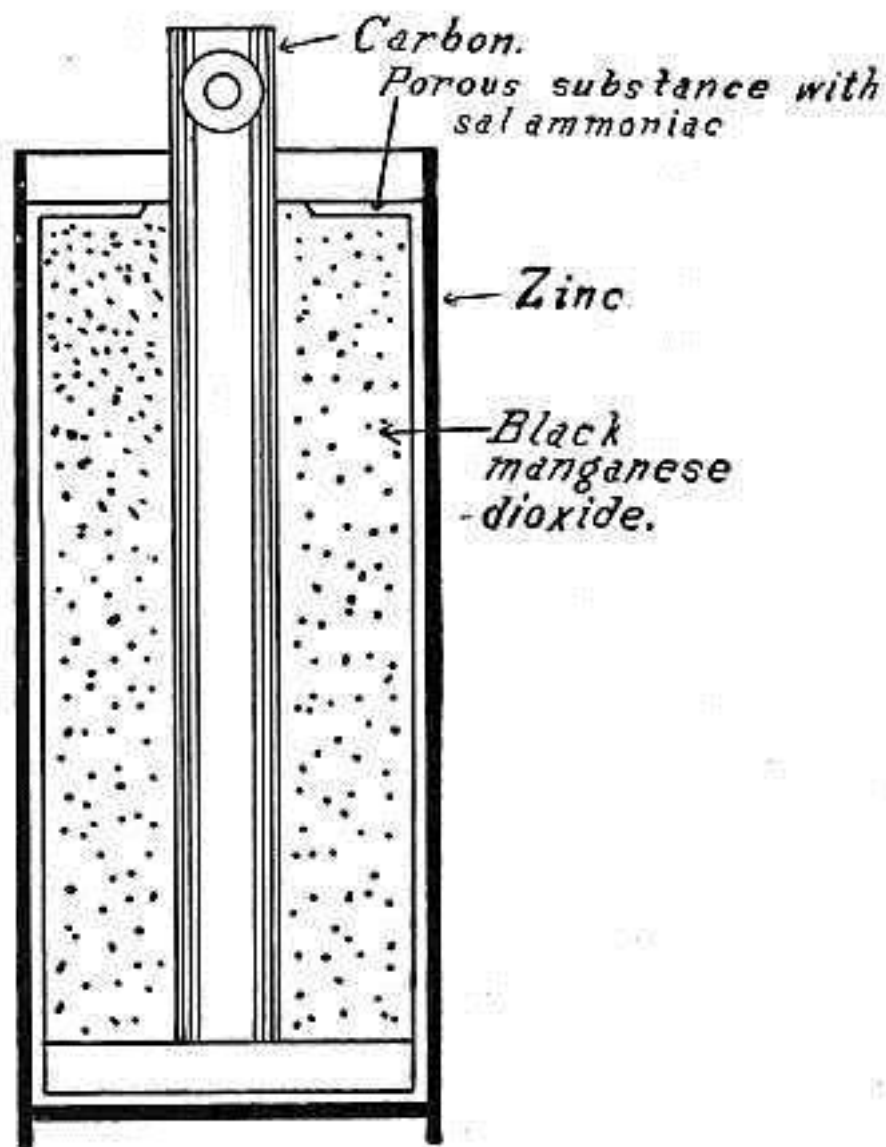


FIG. 39—SHOWING WHAT IS IN A DRY BATTERY

РИС. 39—ПОКАЗАНО, ЧТО

НАХОДИТСЯ В СУХОМ АККУМУЛЯТОРЕ

Сухой элемент будет давать сильный ток, но только в течение короткого времени. Однако он восстанавливается, если дать ему отдохнуть. Таким образом, его можно использовать только при работе с "разомкнутым контуром", например, при подключении дверных звонков и некоторых видов пожарной и охранной сигнализации. Цепь дверного звонка почти все время разомкнута, ток течет только во время нажатия кнопки. Некоторые виды влажных аккумуляторов

работают так же, как и сухие аккумуляторы, и аналогично используются для работы с разомкнутым контуром. В этих батареях используются углеродные и цинковые пластины в растворе нашатырного спирта - те же материалы, что и в сухих батареях. Единственное отличие заключается в том, что в сухой батарее раствор впитывается каким-либо пористым веществом, а батарея герметизируется так, что кажется сухой.

Аккумуляторная батарея

Одним из величайших усовершенствований электрических батарей является аккумуляторная батарея. Простую аккумуляторную батарею можно изготовить, поместив две полоски свинца в серную кислоту, разбавленную водой, и подсоединив полоски свинца к батарее элементов Daniell или сухих элементов. Через короткое время одна из свинцовых полосок будет покрыта красным налетом. Поверхность этой свинцовой полосы представляет собой уже не свинец, а окись свинца, чем-то похожую на ржавчину, образующуюся на железе. Если теперь отсоединить свинцовые полоски от другой батареи и подсоединить к электрическому звонку, звонок зазвонит. Здесь у нас есть две пластины, одна из свинца, а другая из оксида свинца, в разбавленной серной кислоте. Это образует аккумуляторную батарею.

Первая аккумуляторная батарея была изготовлена из двух листов свинца, скрученных вместе и разделенных полосой фланели. Разделенные таким образом полосы свинца погружали в разбавленную серную кислоту. Ток от другой батареи пропусклся через этот элемент в течение длительного времени — сначала в одном направлении, затем в другом. Это придавало шероховатость поверхности свинцовых пластин, чтобы батарея удерживала больший заряд. Затем аккумулятор заряжался путем пропускания через него тока только в одном направлении в течение значительного периода времени. Для зарядки использовались слабые элементы. На зарядку первых аккумуляторных батарей уходили дни, а иногда и недели. Тогда аккумуляторная батарея выдавала бы сильный ток продолжительностью в несколько часов. Во время зарядки она медленно накапливала энергию, а затем быстро отдавала эту энергию в виде сильного электрического тока. По этой причине аккумуляторная батарея была названа "аккумулятором".

При зарядке аккумуляторной батареи на отрицательной пластине образовалось покрытие из мягкого свинца, а на положительной пластине - покрытие из темно-коричневого оксида свинца. Было установлено, что лучше наносить эти покрытия на свинцовые пластины перед сборкой аккумулятора. Позже было обнаружено, что аккумулятор удерживал бы еще больший заряд, если бы пластины были выполнены в виде "сеток" (рис. 40), а полости заполнены активным материалом — отрицательный губчатым свинцом, а положительный темно-коричневым оксидом свинца. Некоторые превосходные коммерческие аккумуляторные батареи изготавливаются из свинцовых пластин под действием электрического тока, точно так же, как Планте изготавливал свои батареи. На рис. 41 показана одна из таких пластин.

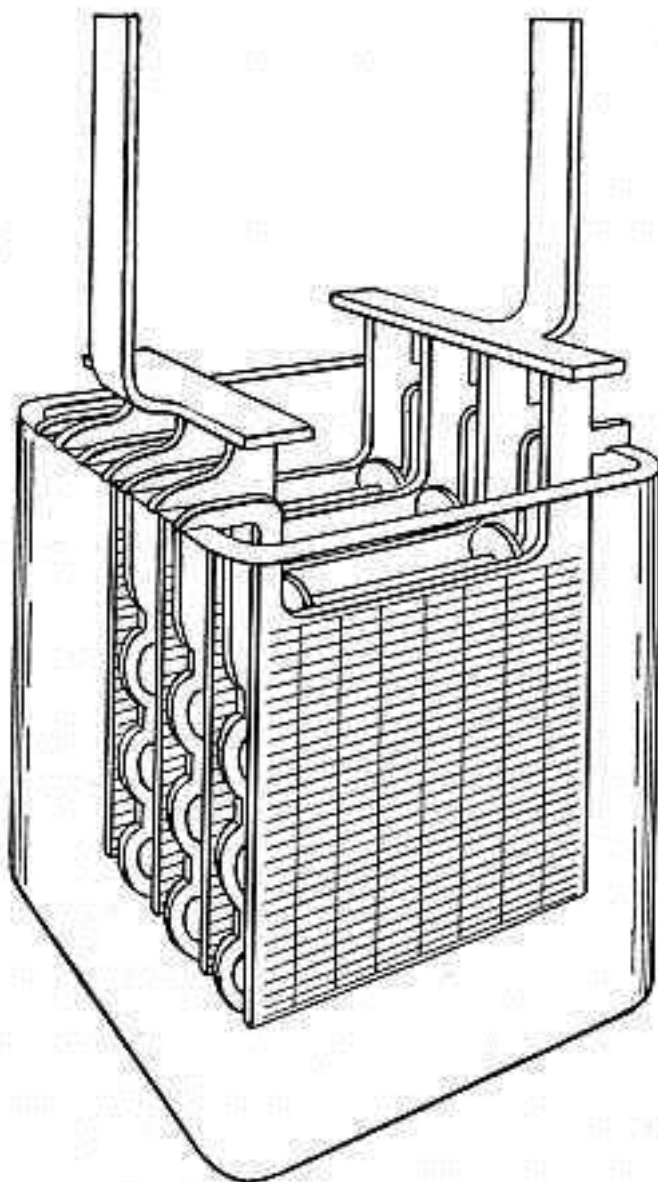


FIG. 40—A STORAGE BATTERY, SHOW-
ING THE "GRIDS"

ПОКАЗАНЫ "СЕТКИ"

РИС. АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ 40а,

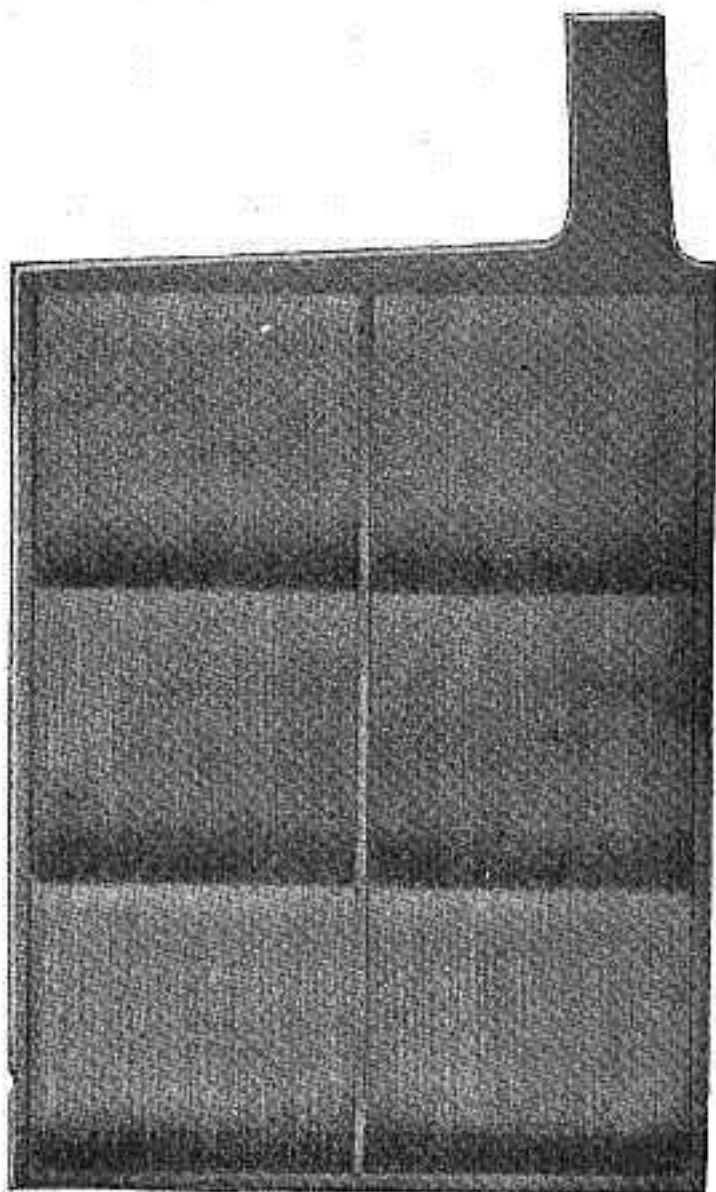


FIG. 41 — A STORAGE - BATTERY PLATE
MADE FROM A SHEET OF LEAD

РИС. 41—ПЛАСТИНА АККУМУЛЯТОРНОЙ

БАТАРЕИ, ИЗГОТОВЛЕННАЯ ИЗ ЛИСТОВОГО СВИНЦА

Аккумуляторная батарея не накапливает электричество. Она вырабатывает ток точно так же, как и любая другая батарея, — за счет воздействия кислоты на пластины. Когда это действие прекращается, это уже не батарея, хотя ее можно снова превратить в таковую, пропустив через нее ток в направлении, противоположном тому, которое она выдает. В этом его отличие от вольтовой батареи, поскольку, когда такая батарея разряжается, ее можно восстановить только путем добавления нового раствора или новых пластин. Аккумуляторная батарея особенно полезна для "искрообразования" в газовых двигателях.

Эдисон изобрел аккумуляторную батарею, которая будет выполнять столько же работы, сколько свинцовая батарея вдвое большего веса. Аккумулятор Эдисона предназначен специально для

использования в электромобилях. За счет уменьшения веса аккумулятора, который должна перевозить машина, вес грузовика также может быть уменьшен. В батарее Эдисона положительные пластины изготовлены из сетки из никелированной стали, содержащей трубки, заполненные чистым никелем. Отрицательная пластина состоит из никелированной стальной сетки, содержащей оксид железа, похожий на обычную железную ржавчину.

Проработав несколько лет над этой батареей и проведя девять тысяч экспериментов, Эдисон решил, что усовершенствовал ее, и действительно, это было большим улучшением по сравнению с использовавшимися ранее аккумуляторными батареями — они были намного легче, дешевле и более эффективны в эксплуатации. Им было оснащено двести пятьдесят автомобилей, и для этой цели он оказался лучше свинцовых аккумуляторов. Но Эдисону это пришлось не по вкусу. Он выбросил оборудование, стоившее тысячи долларов, на свалку и работал над ним в течение шести лет. Затем он изготовил батарею, настолько же лучшую, чем первая, насколько первая была лучше свинцовой, и он был доволен тем, что новая батарея появилась на рынке.

Динамо-машина

Для освещения и питания электрическая батарея оказалась слишком дорогой. Дэви изготовил дуговую лампу с батареей на четыре тысячи элементов. Дуга была около четырех дюймов в длину и давала яркий свет, но поскольку стоимость составляла шесть долларов в минуту, это считалось непрактичным. В начале века предпринимались попытки использовать аккумуляторный ток для питания, но они потерпели неудачу из-за дороговизны и того факта, что не было изобретено ни одного хорошо работающего двигателя.

Были необходимы свет и электричество. Электричество могло обеспечить и то, и другое. Но как преодолеть трудности, связанные с затратами, и получить электрический ток от горящего угля или падающей воды? В поисках ответа человек обратился к великому открытию Фарадея и его "новой электрической машине". Изобретатели в Германии, Франции, Англии, Италии и Америке вносили усовершенствования, пока из дискового динамо Фарадея не развилась современная динамо-машина.

Гальваника и телеграф - единственные области применения электрического тока, которые стали факторами в мировой промышленности до динамо-машины, однако в междугородной телеграфии и гальванопокрытии сегодня используется динамо-машина. Без динамо-машины электрическое освещение, электрическая энергия и электрическая тяга, разработанные в девятнадцатом веке, были бы невозможны; фактически, динамо-машина с электродвигателем (который, как мы увидим, представляет собой всего лишь динамо-машину с обратным ходом) является лидером в этой области.

Англичанин Уильям Стерджен и американец Джозеф Генри подготовили почву для применения открытия Фарадея. Стерджен обнаружил, что мягкое железо намагничивается быстрее, чем сталь, и обнаружил, что прочность электромагнита можно значительно увеличить, изготовив сердцевину из стержня из мягкого железа и согнув стержень в форме подковы (рис. 42). Железный стержень был покрыт сургучом и обмотан одним слоем медной проволоки так, чтобы витки проволоки не соприкасались. Это было в 1825 году, еще до того, как Фарадей открыл принцип динамо-машины.

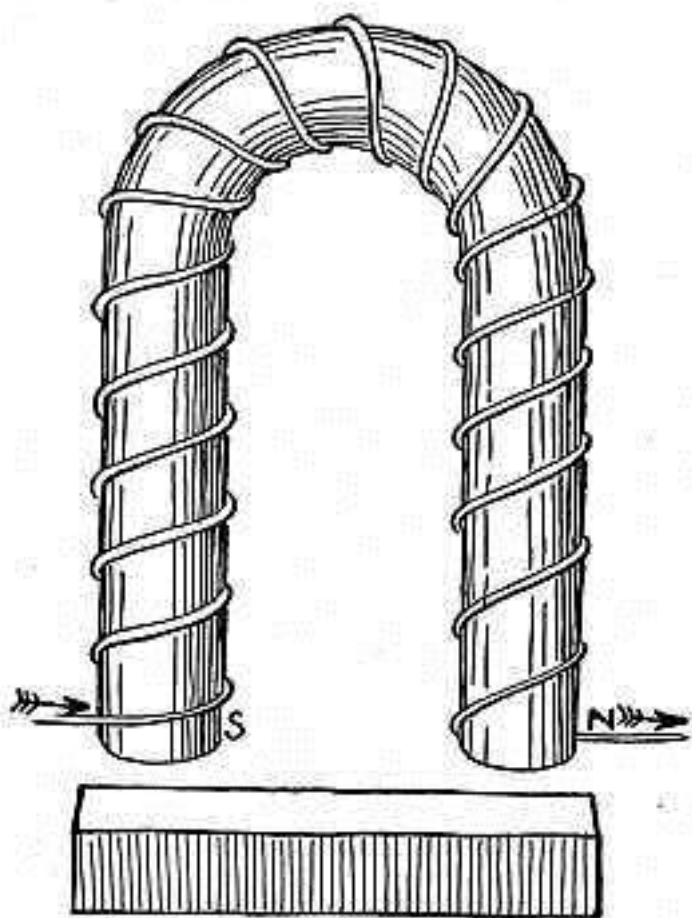


FIG. 42—STURGEON'S ELECTRO-
MAGNET

РИС. 42–ЭЛЕКТРОМАГНИТ ОСЕТРА

Профессор Генри еще больше увеличил прочность электромагнита, покрыв проволоку шелком, что позволило намотать несколько слоев проволоки на железный сердечник и во много раз увеличить длину проволоки, которую использовал Стерджен. На рис. 43 показан такой магнит. Один из магнитов Генри весил пятьдесят девять с половиной фунтов и выдержал бы тонну железа. Стерджен сказал: "Профессор Генри создал магнитную силу, которая полностью затмевает все остальные в анналах магнетизма". С изобретением профессора Генри электромагнит был готов к использованию в динамо-машине. На рис. 44 показан мощный электромагнит.

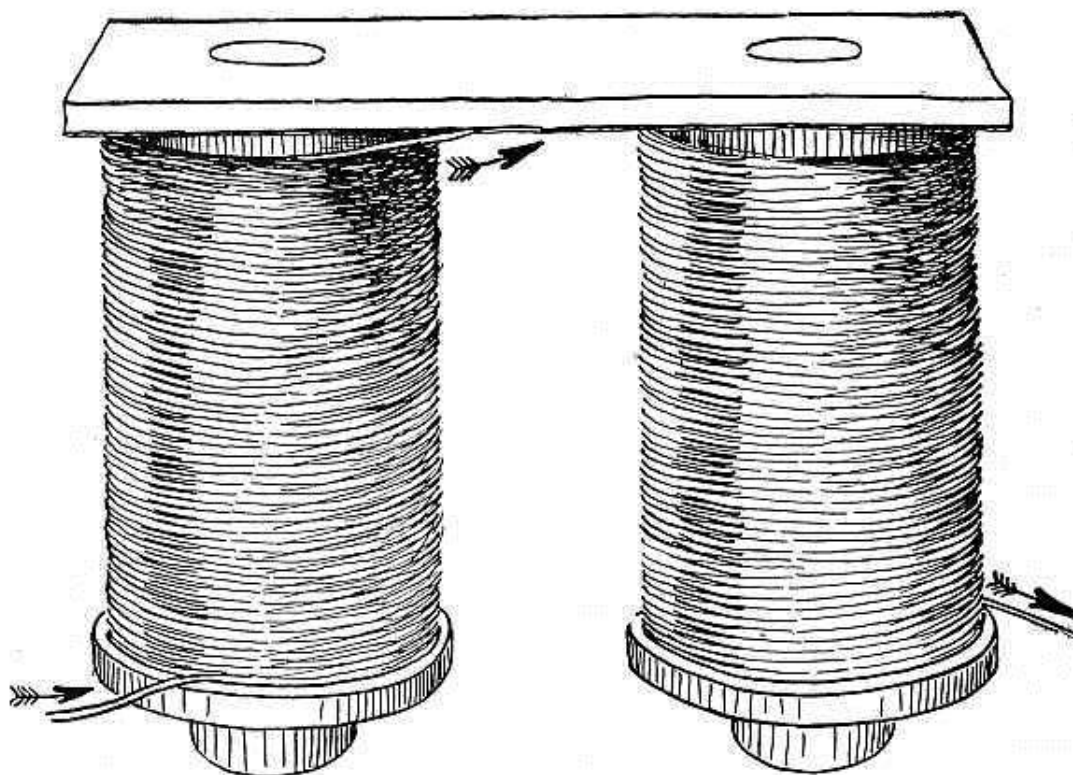


FIG. 43—AN ELECTROMAGNET WITH MANY TURNS OF INSULATED WIRE

ЭЛЕКТРОМАГНИТ С МНОЖЕСТВОМ ВИТКОВ ИЗОЛИРОВАННОГО ПРОВОДА

РИС. 43 –

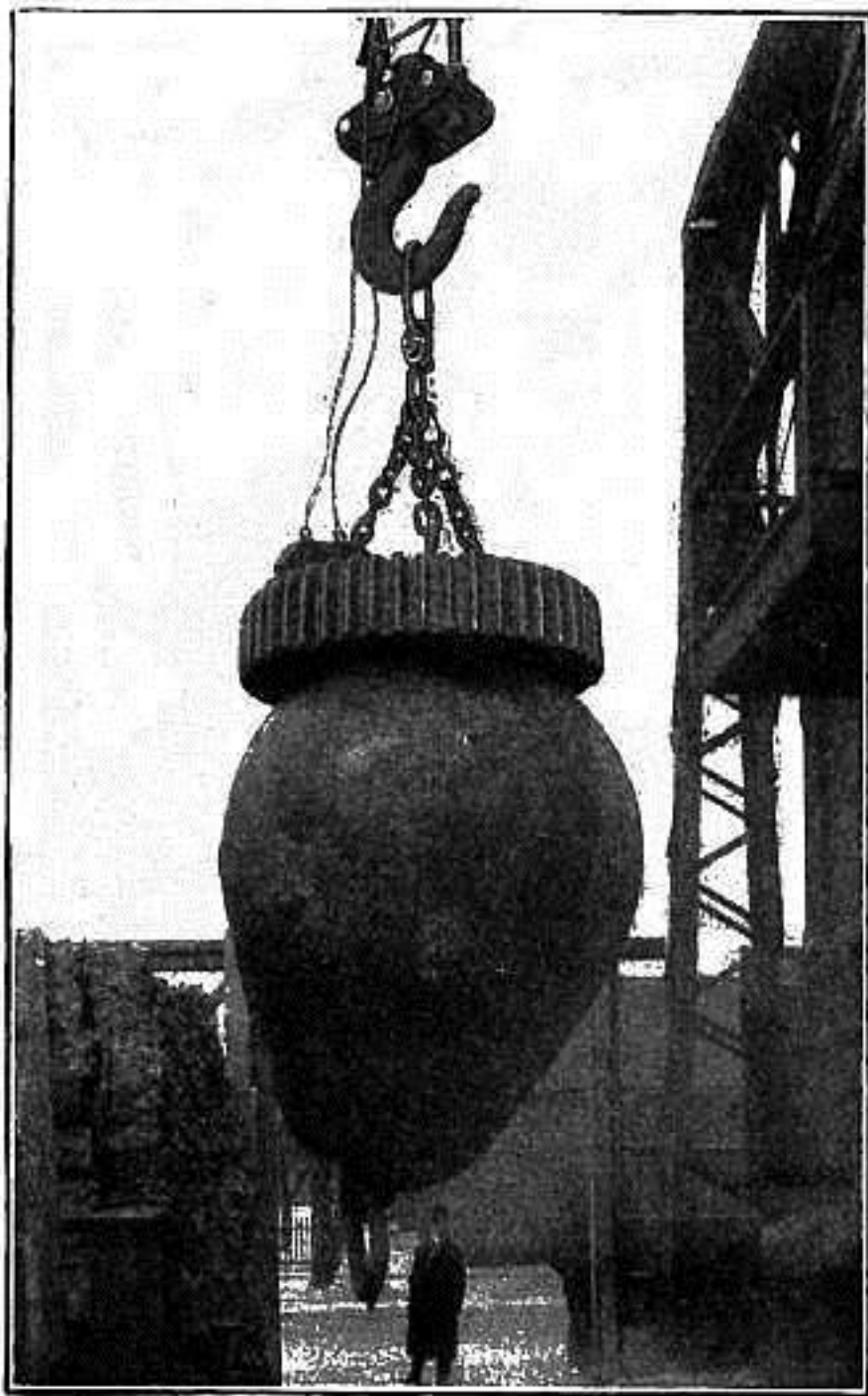


FIG. 44—AN ELECTROMAGNET LIFTING
TWELVE TONS OF IRON

РИС. 44—ЭЛЕКТРОМАГНИТ,

ПОДНИМАЮЩИЙ ДВЕНАДЦАТЬ ТОНН ЖЕЛЕЗА

Движущийся магнит вызывает протекание тока в катушке, но неподвижный магнит не оказывает никакого эффекта. Движущийся магнит равен батарее. В экспериментах Фарадея ток индуцировался в катушке проволоки путем перемещения магнита в катушке или путем

замыкания цепи в другой катушке, намотанной на тот же железный сердечник. Ток индуцировался в металлическом диске путем вращения его между полюсами магнита. В каждом случае имело место движение в магнитном поле или изменялось само поле. Изменяющееся магнитное поле равно движущемуся магниту. Что необходимо для индукции тока в катушке, будь то динамо-машина, индукционная катушка или трансформатор, - это изменяющееся магнитное поле вокруг катушки или движение катушки в магнитном поле.

Если посыпать полюса магнита мелкими железными опилками, они расположатся определенными линиями. Это простой эксперимент, который любой мальчик может провести самостоятельно. Фарадей назвал линии, отмеченные железными опилками, "силовыми линиями" (силовые линии подковообразного магнита показаны на рис. 36), потому что они указывают направление, в котором магнит притягивает кусок железа, то есть направление магнитной силы. Теперь, если в проводе должен быть наведен ток, провод должен проходить поперек силовых линий. Если провод будет двигаться по линиям, отмеченным железными опилками, тока не будет. Когда катушка вращается между полюсами магнита, провод перемещается поперек силовых линий, и в катушке индуцируется ток, если цепь замкнута. Таким образом вырабатывается ток в динамо-машине.

Фарадей производил ток, вращая катушку между полюсами стального магнита. Он изготовил несколько таких машин и с некоторым успехом использовал их при производстве светильников для маяков, но дефекты этих машин были настолько велики, что освещение города или выработка электроэнергии в больших масштабах были непрактичны. Для решения проблемы был необходим электромагнит.

Динамо-машина Siemens

Война 1866 года между Австрией и Пруссией и уверенность в грядущей войне с Францией привлекли внимание немецких изобретателей к использованию электричества в военных целях. Вернер фон Сименс, артиллерийский офицер, совершенствовал взрывное устройство для мин. Электрический ток был необходим для получения искры или нагрева проволоки до покраснения пороха. Фарадей использовал катушку проволоки, вращающуюся между полюсами стального магнита, для получения тока. В Англии использовалась катушка, вращающаяся между полюсами электромагнита, но электромагнит получал ток от другой машины, в которой использовался стальной магнит. Сименс обнаружил, что можно обойтись без стального магнита и что катушка, вращающаяся между полюсами электромагнита, может обеспечивать ток для электромагнита. Таким образом, для создания динамо-машины необходимы две вещи: электромагнит и катушка для вращения между полюсами этого магнита. Вращающаяся катушка, которая обычно содержит сердечник из мягкого железа, называется "якорем". Катушка будет обеспечивать ток для магнита и немного в запасе; фактически, лишь небольшая часть тока, индуцируемого в катушке, необходима для поддержания магнита в полной силе, а большая часть тока может использоваться для освещения или питания. Новая машина была названа ее изобретателем "динамо-электрическая машина". С тех пор название было сокращено до "динамо". Первой практической проблемой, которую решила динамо-машина, была конструкция электрического взрывного устройства без использования стальных магнитов или батарей. Динамо-машина с якорем фирмы Siemens показана на рис. 45.

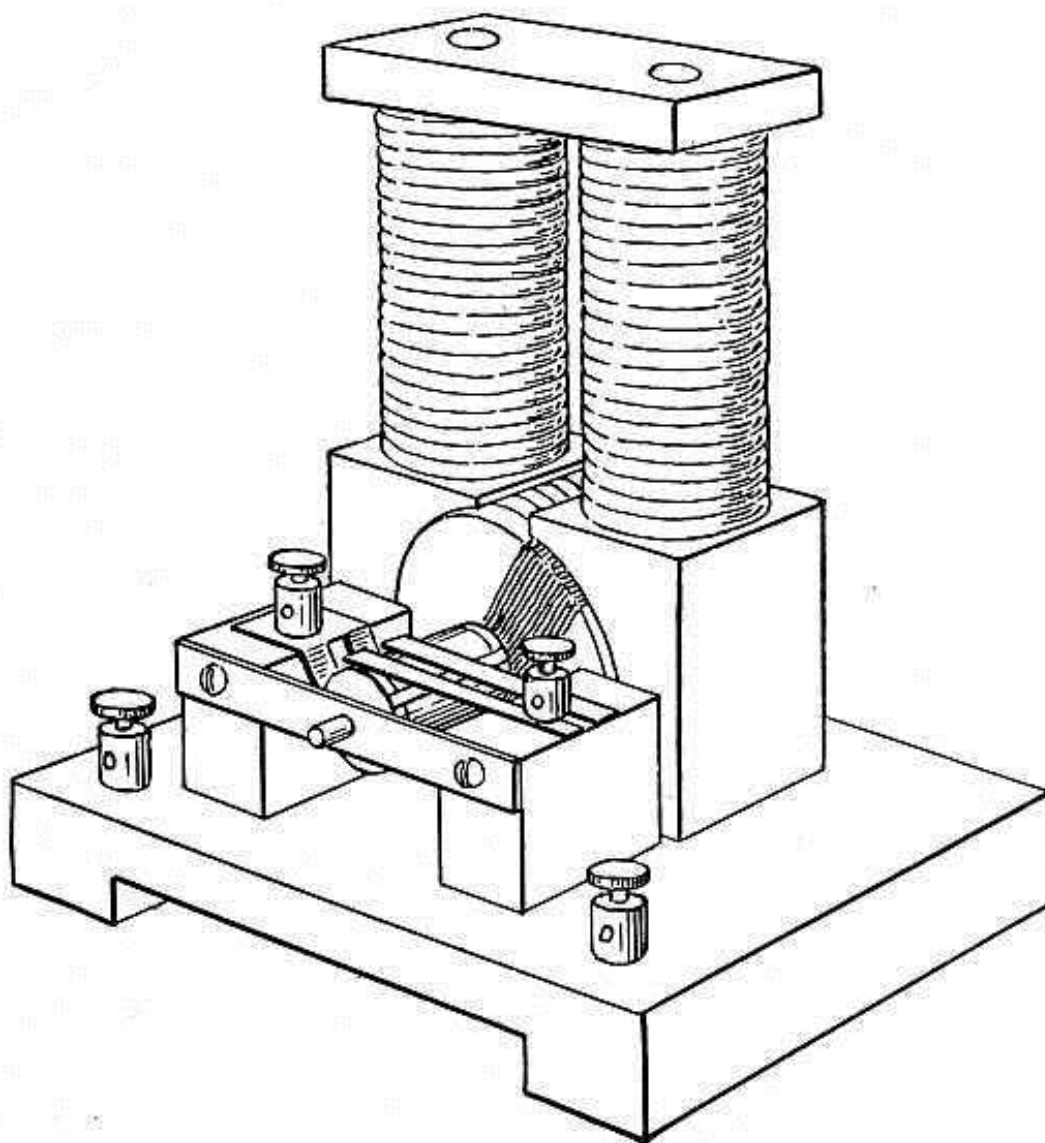


FIG. 45—A DYNAMO WITH SIEMENS' ARMATURE

РИС. 45—

ДИНАМО-МАШИНА С ЯКОРЕМ ФИРМЫ SIEMENS

В своем первом энтузиазме изобретатель мечтал о великих свершениях для новой машины, среди прочего о электрической уличной железной дороге в Берлине. Но динамо-машина еще не была готова. Трудность заключалась в нагреве железного сердечника якоря, вызванном действием наведенных токов. Индуцированные токи существуют как в железном сердечнике, так и в катушке, и по той же причине и катушка, и железный сердечник внутри нее движутся в магнитном поле. Эти небольшие токи, циркулирующие по кругу в железном сердечнике, выделяют тепло. Быстрое изменение магнетизма железа также нагревает железо.

Грамме во Франции оставалось применить надлежащее средство. Это средство представляло собой якорь, в котором катушка была намотана на железное кольцо, изобретенное итальянцем Пачинотти. Грамм применил принцип, открытый Сименсом, к кольцу Пачинотти и изготовил первое практическое динамо для сильных токов. Это было в 1868 году. Кольцевой якорь показан

на рис. 46. Первая динамо-машина, запатентованная в Соединенных Штатах, показана на рис. 47. Эта динамо-машина - всего лишь диковинка.

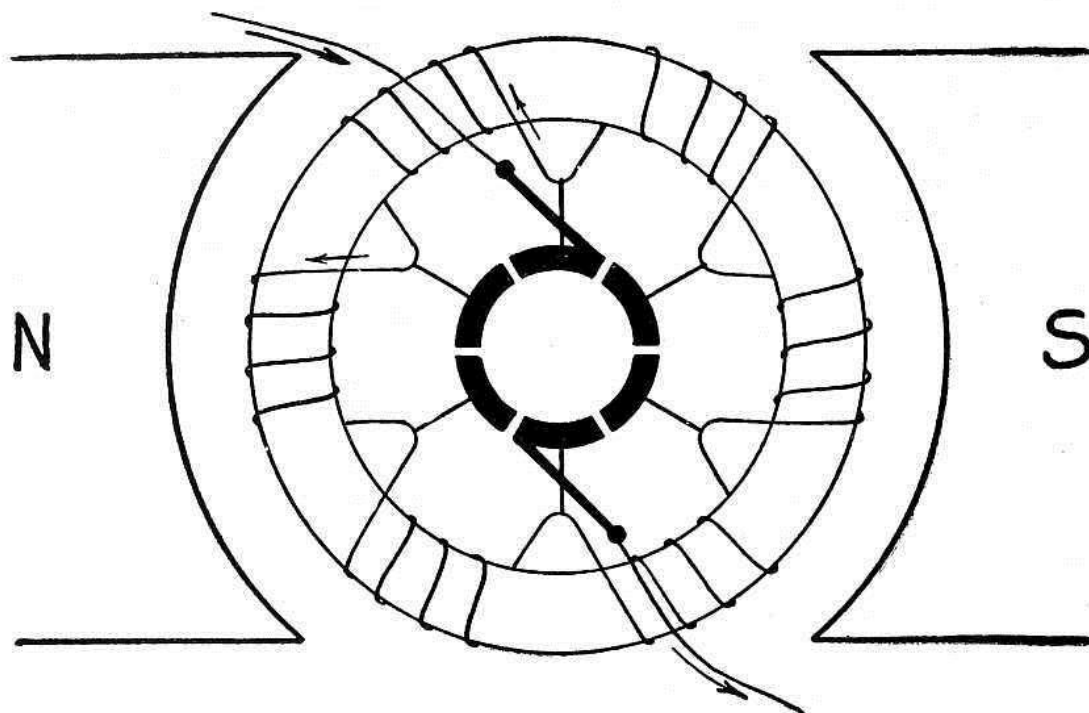


FIG. 46—RING ARMATURE

КОЛЬЦЕВАЯ АРМАТУРА

РИС. 46—

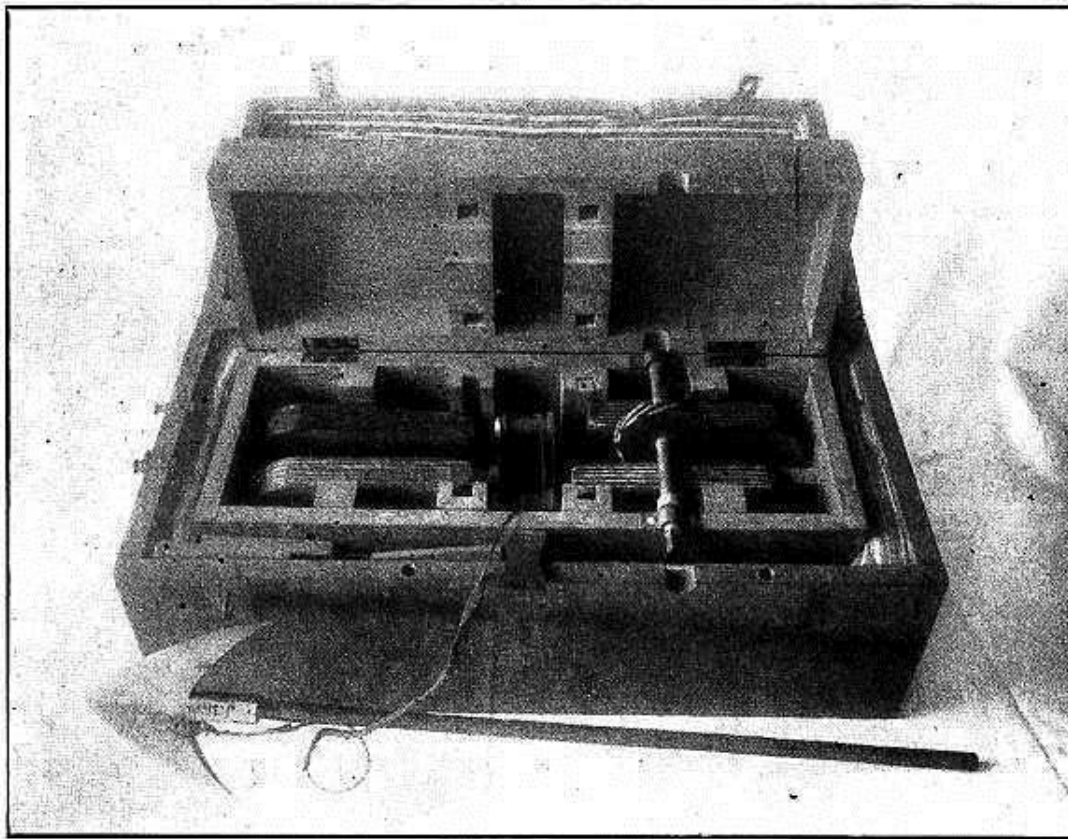


FIG. 47—FIRST DYNAMO PATENTED IN THE UNITED STATES

РИС. 47 – ПЕРВАЯ

ДИНАМО-МАШИНА, ЗАПАТЕНТОВАННАЯ В США

Предназначен для уничтожения китов.

Фото Клоди.

Арматура барабана

Усовершенствование арматуры Siemens было внесено четыре года спустя Фон Хефнер-Альтенеком, инженером, работающим в Siemens. Это усовершенствование заключалось в намотке на железный сердечник ряда катушек, аналогичных одной катушке якоря Siemens, но намотанных в разных направлениях. Это называется "барабанный якорь" (рис. 48). Нагрев сердечника предотвращается за счет того, что он состоит из ряда тонких железных пластин, изолированных друг от друга, и воздушных пространств внутри сердечника. Изоляция предотвращает протекание небольших токов по сердечнику. Воздушные полости служат для охлаждения. Якорь барабана был значительно усовершенствован по сравнению с якорями Siemens и Gramme. В однокатушечном якоре Siemens при каждом обороте есть точка, в которой ток отсутствует. Следовательно, ток изменяется при каждом обороте якоря от нуля до полной мощности. В якоре Грамма только половина провода, та часть, которая находится снаружи кольца, получает полное воздействие магнитного поля. Внутренняя половина практически бесполезна, за исключением того, что пропускает ток, который генерируется во внешней половине. Обе эти трудности устраняются в барабанной арматуре. Современные динамо-машины представляют собой модификации двух типов, изобретенных Siemens и Gramme. Для особых видов работ было разработано множество специальных форм.

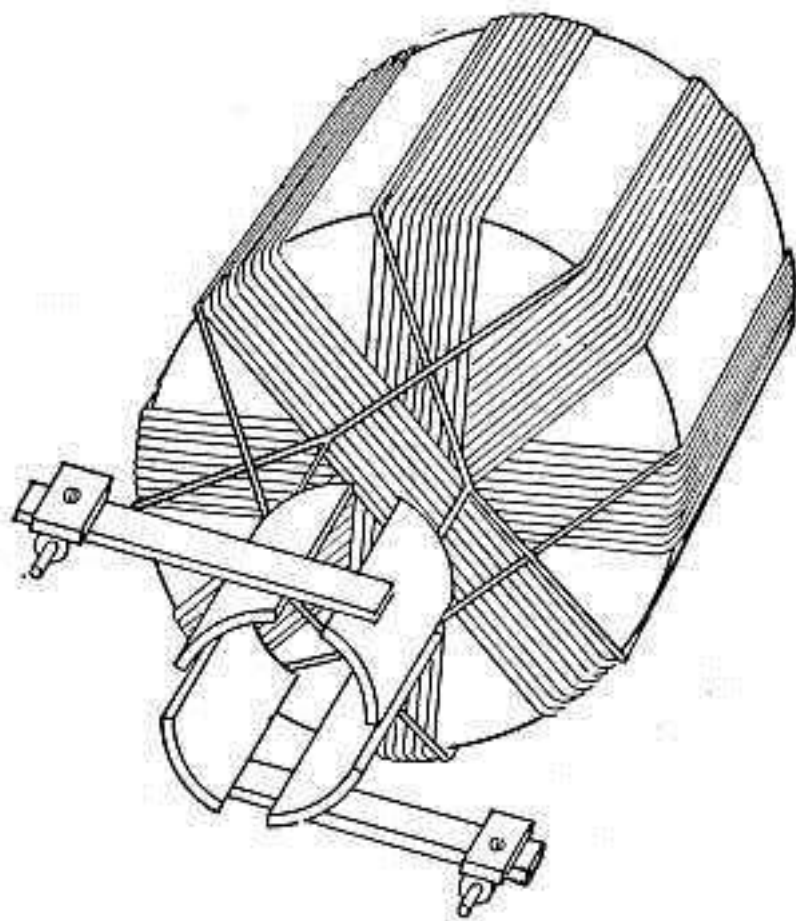


FIG. 48—A DRUM ARMATURE, SHOWING
HOW AN ARMATURE OF FOUR
COILS IS WOUND

РИС. 48—ЯКОРЬ БАРАБАНА,

ПОКАЗЫВАЮЩИЙ, КАК НАМАТЫВАЕТСЯ ЯКОРЬ ИЗ ЧЕТЫРЕХ КАТУШЕК

Динамо-машина Эдисона с составной обмоткой

Эдисон в своей работе об электрическом освещении и электрической железной дороге внес некоторые важные усовершенствования в динамо-машину. Якорь динамо-машины обычно приводится во вращение паровой машиной. Эдисон обнаружил, что при использовании ремней для соединения двигателя и динамо-машины теряется много энергии. Поэтому он подключил двигатель непосредственно к динамо-машине, поместив якорь динамо-машины на вал двигателя. Он также использовал более мощные магнитные поля, чем использовались раньше. Однако его величайшее усовершенствование заключалось в том, что динамо-машина стала саморегулирующейся, так что динамо-машина будет посылать ток необходимой силы. Такая динамо-машина будет выдавать больший ток, когда будет включено больше ламп. Независимо от того, подает ли она ток на одну лампочку или на тысячу, она выдает только тот ток, который необходим — ни больше, ни меньше. Это произойдет, если поблизости не будет человека. Обслуживающий персонал нужен только для того, чтобы хорошо смазывать механизм и следить за тем, чтобы каждая деталь была в рабочем состоянии. Эдисон добился этого

улучшения благодаря своему усовершенствованному методу намотки. Этот метод известен как "составная намотка".

Чтобы понять составную намотку, мы должны сначала понять два других метода намотки. В последовательной обмотке (рис. 49) весь ток, генерируемый в якоре, протекает через катушки возбуждающего магнита. Имеется только одна цепь. Один и тот же ток протекает через катушки магнита и через внешнюю цепь, которая может содержать лампы или двигатели. Такая динамо-машина обычно используется для дуговых ламп. Она не регулируется сама по себе. Предоставленный самому себе, он будет подавать меньшее электрическое давление, когда требуется большее. Для этого требуется специальный регулятор.

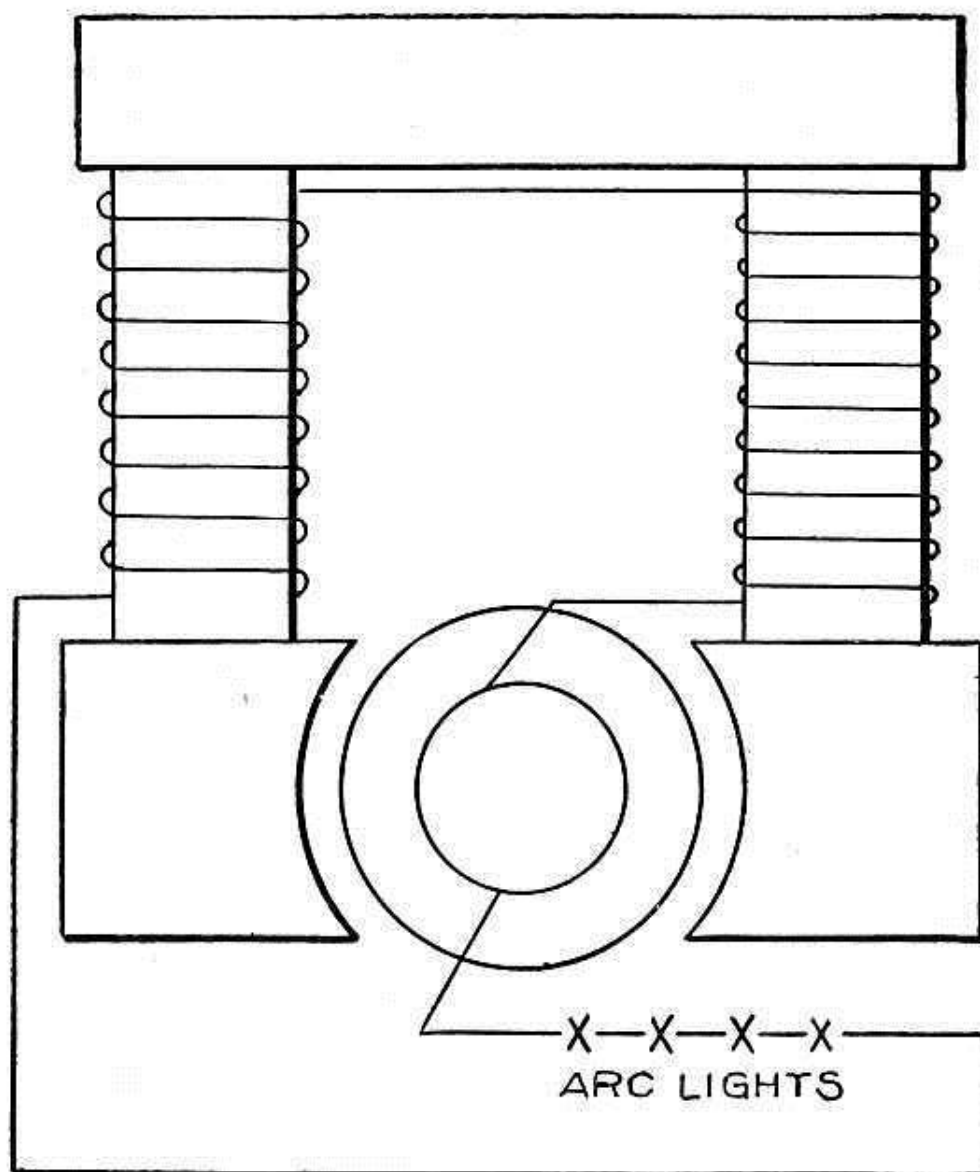


FIG. 49—A SERIES-WOUND DYNAMO

РИС. 49—

ДИНАМО-МАШИНА С СЕРИЙНЫМ ЗАВОДОМ

При втором виде намотки ток разделяется на две ветви. Одна ветвь проходит через катушки возбуждающего магнита. Другая ветвь проходит через линейный провод для использования в лампах или двигателях. Это называется "шунтирующей обмоткой" (рис. 50). Динамо-машина с шунтирующим приводом используется для ламп накаливания. Для этого также требуется специальный регулятор, поскольку, будучи предоставленным самому себе, он создает меньшее электрическое давление, когда давление должно поддерживаться на прежнем уровне.

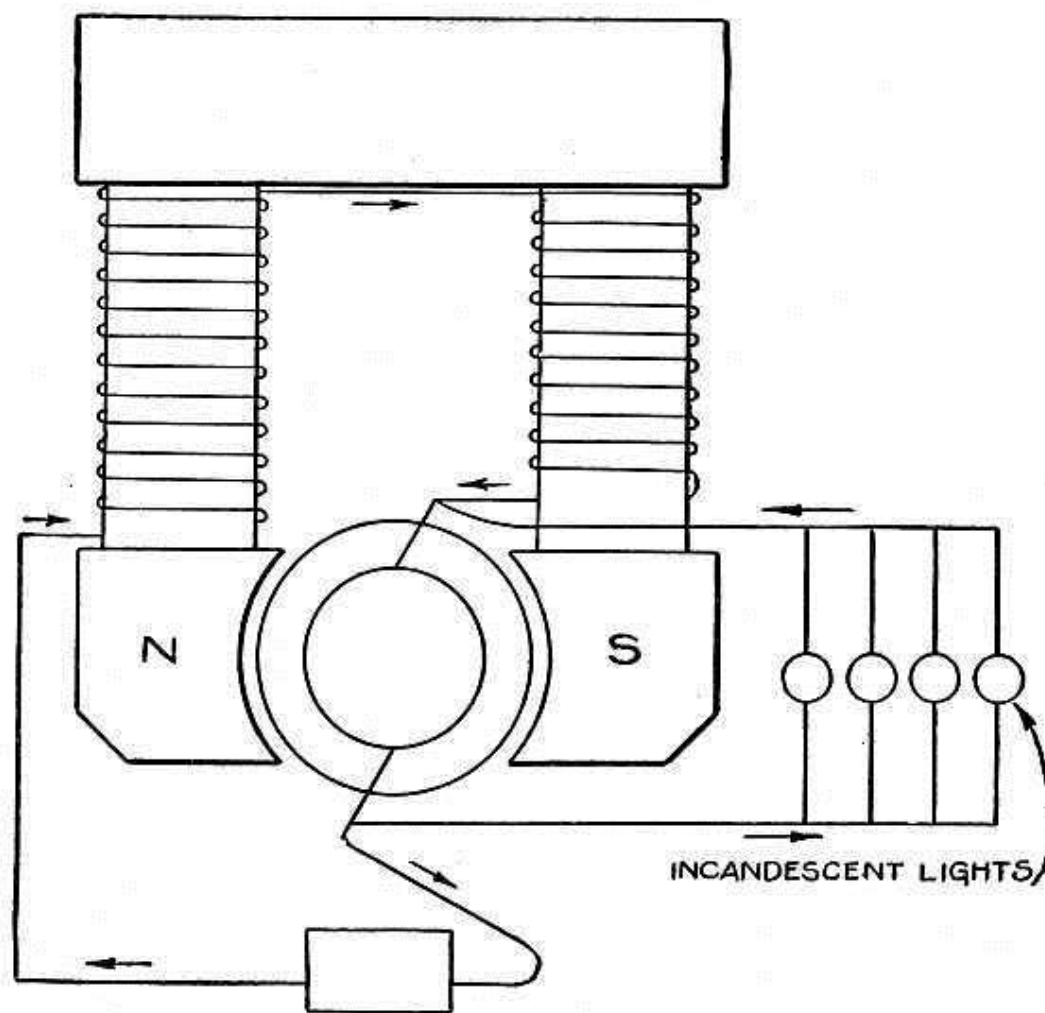


FIG. 50—A SHUNT-WOUND DYNAMO

РИС. 50—

ДИНАМО-МАШИНА С ШУНТИРУЮЩИМ ПРИВОДОМ

Составная обмотка (рис. 51), которая впервые была использована Эдисоном, представляет собой комбинацию последовательной и шунтирующей обмоток.

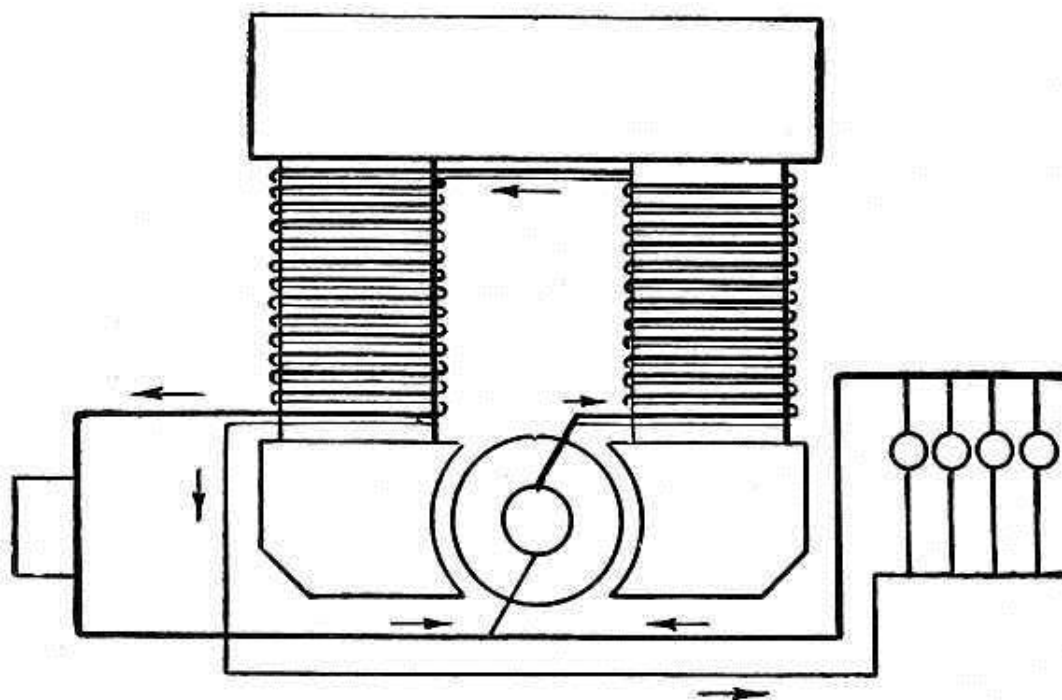


FIG. 51—A COMPOUND-WOUND DYNAMO

РИС. 51 –

ДИНАМО-МАШИНА С СОСТАВНОЙ ОБМОТКОЙ

Ток разделен на две ветви. Одна ветвь проходит только через катушки возбуждения. Другая ветвь проходит через дополнительные катушки, которые намотаны на полевой магнит, а также через внешнюю цепь. Такую динамо-машину можно сделать саморегулирующейся, чтобы она всегда давала одинаковое электрическое напряжение, независимо от количества ламп или двигателей, включенных в цепь. При поддержании всегда одного и того же давления он, конечно, подает больший или меньший ток, в зависимости от величины требуемого тока. Это становится ясно, если мы сравним поток электрического тока с потоком воды. Откройте водопроводный кран и обратите внимание, как быстро течет вода. Затем откройте несколько других кранов, подключенных к той же водопроводной трубе. Вероятно, вода не будет течь так быстро из первого крана. Это происходит потому, что давление было снижено потоком воды из других кранов. Если бы мы могли заставить воду регулировать свое собственное давление и поддерживать его всегда одинаковым, то вода всегда текла бы с одинаковой скоростью через кран, независимо от того, сколько других кранов было открыто. Именно это происходит в динамо-машине Эдисона с составной обмоткой. Включите одну угольную лампу мощностью 16 свечей. Для этого требуется около половины ампера тока. Включите сотню ламп, подключенных к одним и тем же проводам, и динамо-машина сама по себе поддержит давление на прежнем уровне и выдаст пятьдесят ампер, или по половине ампера на каждую лампу. С этим изобретением Эдисона динамо-машина была практически завершена и готова подавать ток для любых целей, для которых мог потребоваться ток. На рис. 52 показана одна из первых динамо-машин Эдисона. На рис. 53 показана динамо-машина, используемая для освещения железнодорожного вагона.

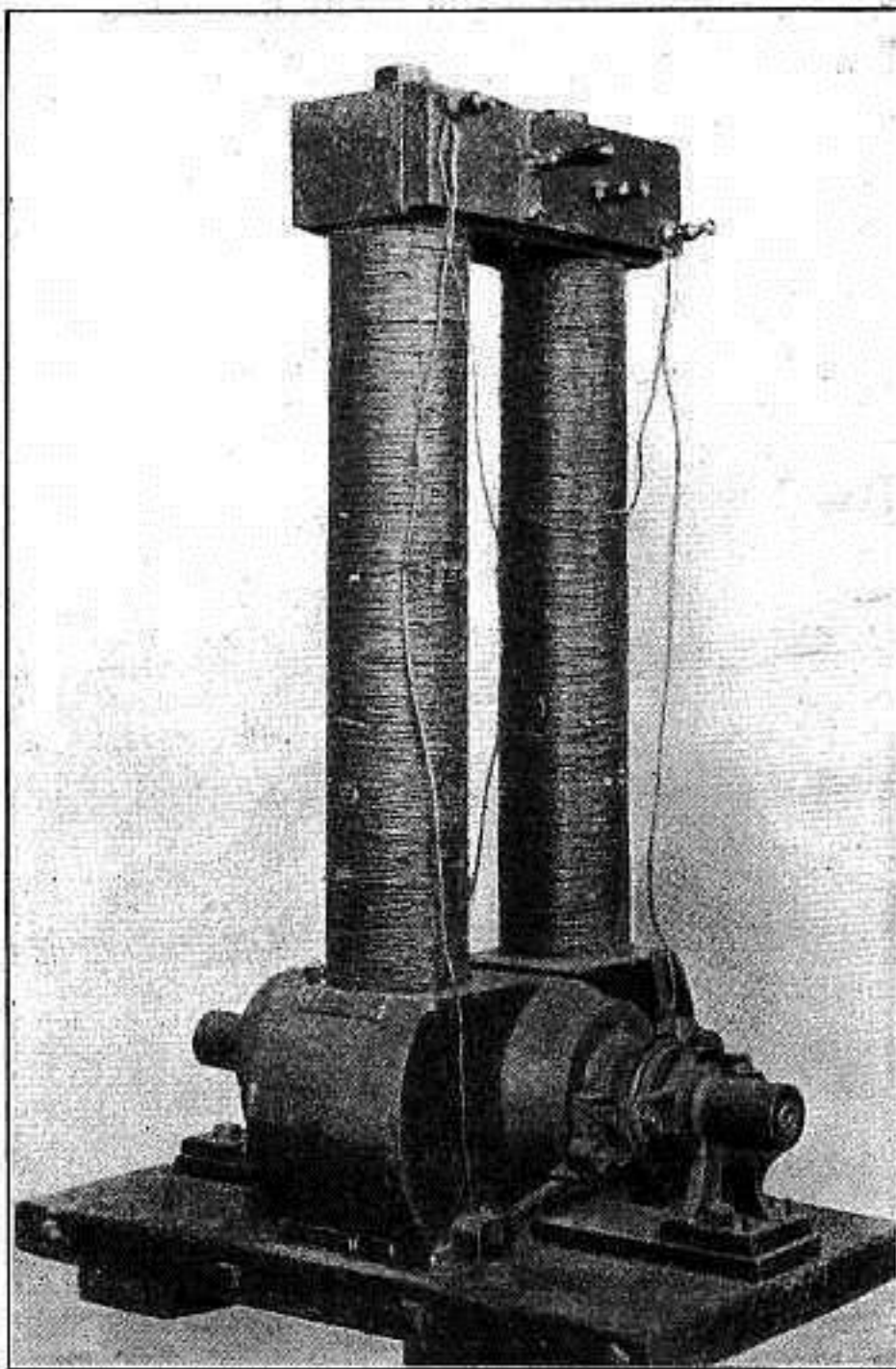


FIG. 52—ONE OF EDISON'S FIRST DYNAMOS

ПЕРВЫХ ДИНАМО-МАШИН ЭДИСОНА

Разрешение Ассоциации осветительных компаний Edison.

РИС. 52 – ОДНА ИЗ

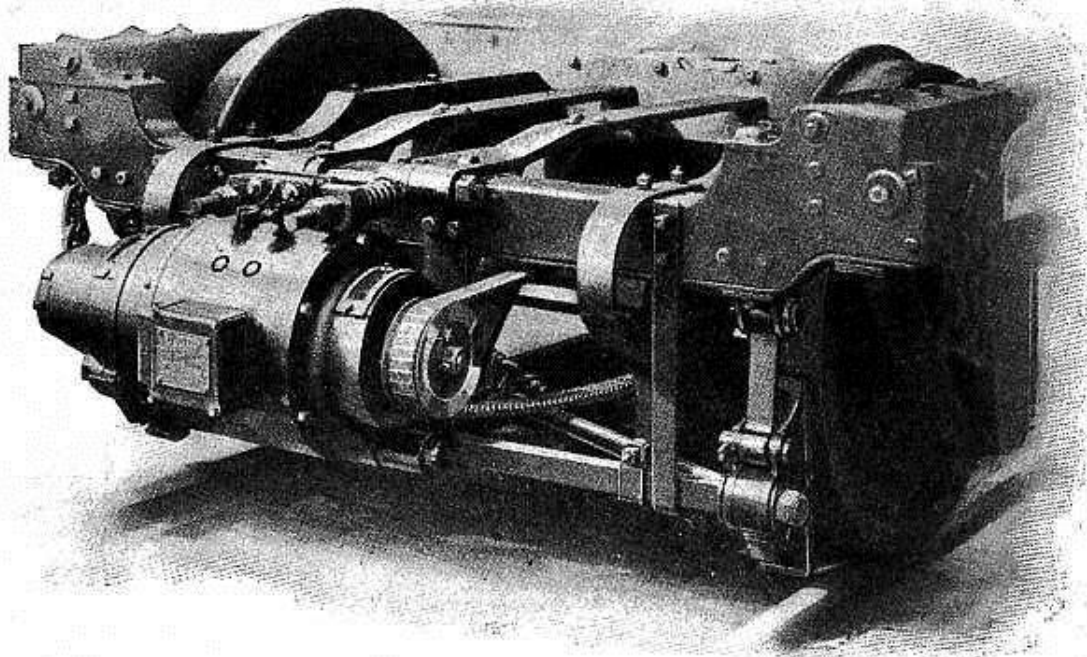


FIG. 53—A DYNAMO MOUNTED ON THE TRUCK OF A RAILWAY CAR

РИС. 53—

ДИНАМО-МАШИНА, УСТАНОВЛЕННАЯ НА ТЕЛЕЖКЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ВАГОНА

Динамо-машина подает ток для электрического освещения в вагоне. Когда поезд не ходит, ток подается аккумуляторной батареей.

Электроэнергия

Было сказано, что девятнадцатый век был веком пара, но двадцатый будет веком электричества. Однако к концу девятнадцатого века электроэнергетика стала реальностью, и оставалось только развивать ее в практическом направлении.

Мы должны обратиться к Эрстеду, Амперу и Фарадею, чтобы найти начало возникновения электроэнергии. В эксперименте Эрстеда движение магнита вызывалось электрическим током. Ампер обнаружил, что электрические токи притягивают или отталкивают друг друга, и это из-за их магнитного действия. Фарадей обнаружил, что один полюс магнита будет вращаться вокруг провода, по которому течет ток. Здесь движение производилось электрическим током. Эти великие ученые открыли принципы, которые позже были применены изобретателями в электрическом двигателе.

В первые годы века было изобретено несколько двигателей, но практического применения они не имели. Практический двигатель стал возможен только после изобретения динамо-машин Gramme и Siemens. Было обнаружено, что одна из этих динамо-машин будет работать как двигатель, если пропускать ток через катушки якоря и возбуждающий магнит; фактически, ток от одной динамо-машины может быть использован для запуска другой подобной машины в качестве двигателя. Таким образом, динамо-машина называется обратимой. Если якорь

приводится во вращение паровой машиной или какой-либо другой силой, вырабатывается ток. Если по катушкам пропускается ток, якорь поворачивается и работает. Если машина используется для подачи электрического тока, это динамо-машина. Если он используется для выполнения работы — например, для приведения в движение уличного трамвая и для этой цели получает ток - это двигатель. Одна и та же машина может использоваться для любой цели. На практике существуют некоторые различия в намотке катушек динамо-машин и двигателей, однако в качестве двигателя можно использовать любую динамо-машину, а в качестве динамо-машины - любой двигатель. Это открытие позволило передавать энергию на расстояние с минимальными потерями, а также легко распределять ее. Ток от одной большой динамо-машины может освещать улицы и дома и в то же время приводить в действие несколько двигателей на заводах или трамваях, расположенных на большом расстоянии друг от друга. Динамо-машина на центральной станции может приводить в движение двигатели, приводящие в движение сотни уличных автомобилей. Динамо-машины на Ниагаре обеспечивают электроэнергией двигатели в Буффало и других городах. Один великий ученый, который, без сомнения, предвидел чудеса электричества, которые мы так хорошо знаем сегодня, сказал, что величайшим открытием девятнадцатого века было то, что машина Грамма обратима.

Первая Электрическая железная дорога

Электрическая железная дорога стала возможной благодаря изобретению динамо-машины и открытию того, что динамо-машина обратима. На промышленной выставке в Берлине в 1879 году был представлен первый практический электровоз, изобретение доктора Сименса. Локомотив и его пассажирский вагон были абсурдно малы. Рельсовый путь был кольцевым и имел длину около тысячи футов. Американский журнал назвал эту миниатюрную железную дорогу "электрической каруселью Siemens". Но электрическая карусель вызвала большой интерес из-за возможностей, которые она представляла (рис. 54).

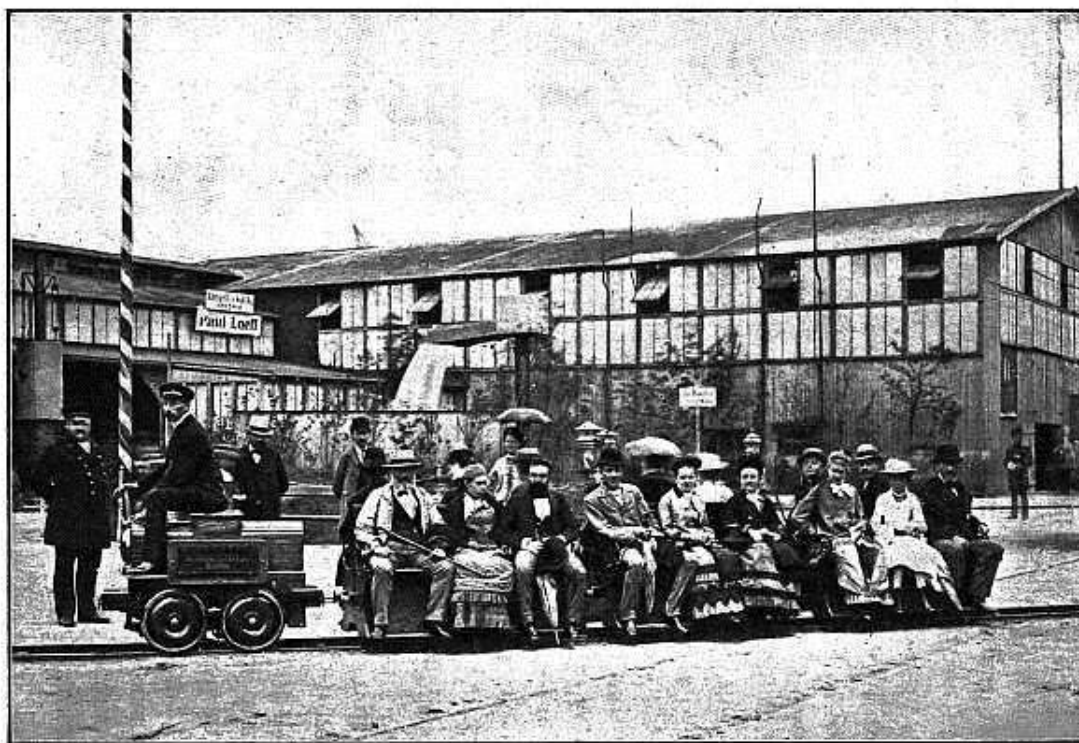


FIG. 54—FIRST ELECTRIC LOCOMOTIVE

РИС. 54—ПЕРВЫЙ

ЭЛЕКТРОВОЗ

Ток вырабатывался динамо-машиной в машинном зале, которая приводилась в действие паровой машиной. Точно такая же динамо-машина, установленная на колесах, образовала локомотив. Ток от динамо-машины в машинном зале использовался для запуска другой в качестве двигателя и, таким образом, приводил в движение вагон. Рельсы служили для проведения тока. Третий рельс в середине пути был соединен с одним полюсом динамо-машины, а два внешних рельса - с другим полюсом. Маленькое тележное колесо соприкасалось с третьим рельсом. Рельсы не были изолированы, но было обнаружено, что ток утечки был очень мал, даже когда земля была влажной.

Успех этого эксперимента вызвал большой интерес не только в Германии, но и в Европе и Америке. Величайший изобретатель Америки Эдисон занялся этой проблемой. Эдисон использовал не троллейбусную линию или третий рельс, а только два рельса пути в качестве проводников, посылающих ток наружу через один рельс и обратно через другой. Конечно, это означало, что колеса должны быть изолированы, чтобы ток мог проходить от одного рельса к другому только через катушки двигателя.

Как и в эксперименте Siemens, двигатель был той же конструкции, что и динамо-машина. Рельсы не были изолированы, и было обнаружено, что даже когда рельсовый путь был мокрым, потеря электрического тока составляла не более 5 процентов. Эдисон обнаружил, что он может реализовать в своем двигателе 70 процентов от мощности, подаваемой на динамо-машину, в то время как немецкий изобретатель смог реализовать только 60 процентов. Улучшение произошло во многом за счет улучшенной обмотки. Эдисон был первым, кто использовал в практической работе динамо-машину с составным приводом, и это было сделано в связи с его электрической железной дорогой. На рис. 55 показан первый электровоз Эдисона.

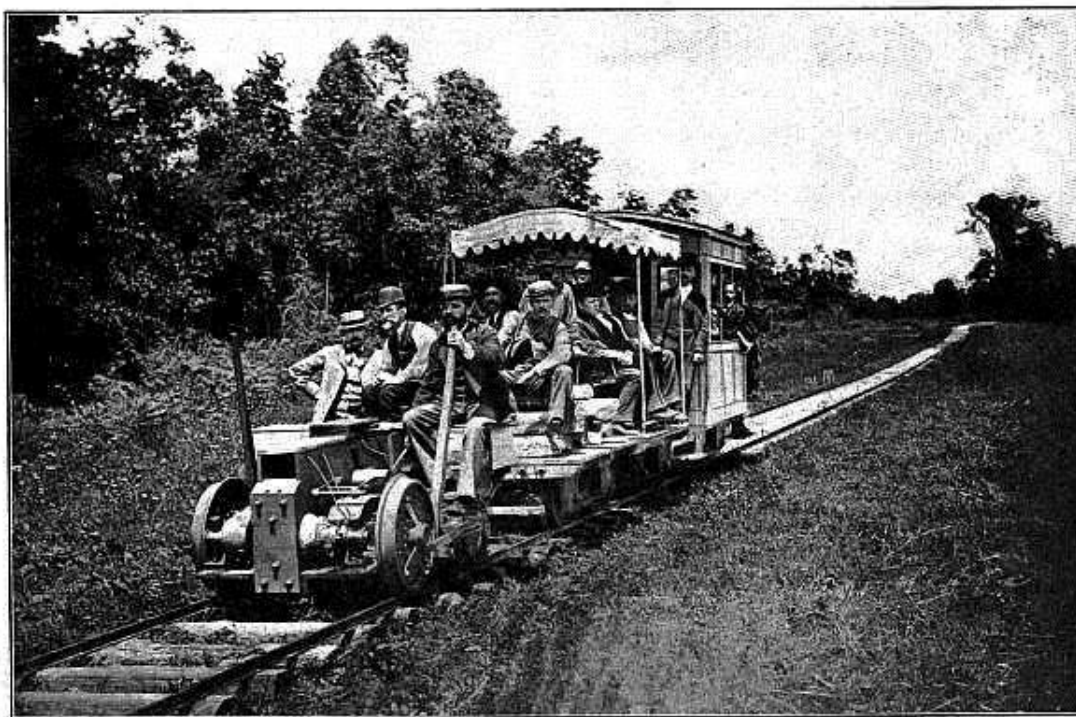


FIG. 55—FIRST EDISON ELECTRIC LOCOMOTIVE

РИС. 55—ПЕРВЫЙ

ЭЛЕКТРОВОЗ ЭДИСОНА

Вопрос о передаче был сложным. Вал якоря двигателя сначала соединялся фрикционной передачей с осью двух колес локомотива. Позже были использованы ремень и шкивы. Для натяжения ремня использовался натяжной шкив. При запуске двигателя и быстрой затяжке ремня якорь сгорел. Это повторялось несколько раз. Затем мистер Эдисон вынес из лаборатории несколько коробок сопротивления, установил их на локомотив и последовательно соединил с якорем. Эти сопротивления пропускали бы только небольшой ток через двигатель при его запуске и, таким образом, предотвращали бы перегорание катушек якоря. Локомотив запускался с включенными в цепь коробками сопротивления, и после набора некоторой скорости оператор отключал различные коробки от цепи и таким образом увеличивал скорость. Когда двигатель работает, возникает противодействие, или давление, которое может привести к протеканию тока в направлении, противоположном тому, в котором работает двигатель. Из-за этого противодействия ток, который фактически протекает через двигатель, невелик, и блоки сопротивления можно безопасно отключить от цепи. Обнаружив, что резистивные коробки разбросаны под сиденьями и на платформе, поскольку они мешали работе, мистер Эдисон отбросил их в сторону и использовал несколько катушек проволоки, намотанных на возбуждающий магнит двигателя, который можно было отключить от цепи тем же способом, что и резистивные коробки. Это устройство Эдисона послужило источником контроллера, хотя в контроллере, который сейчас используется в уличных автомобилях, не только отключается сопротивление по мере увеличения скорости автомобиля, но и электрические соединения двигателя изменены таким образом, чтобы постепенно увеличивать его скорость. На рис. 56 показан первый пассажирский локомотив Эдисона.

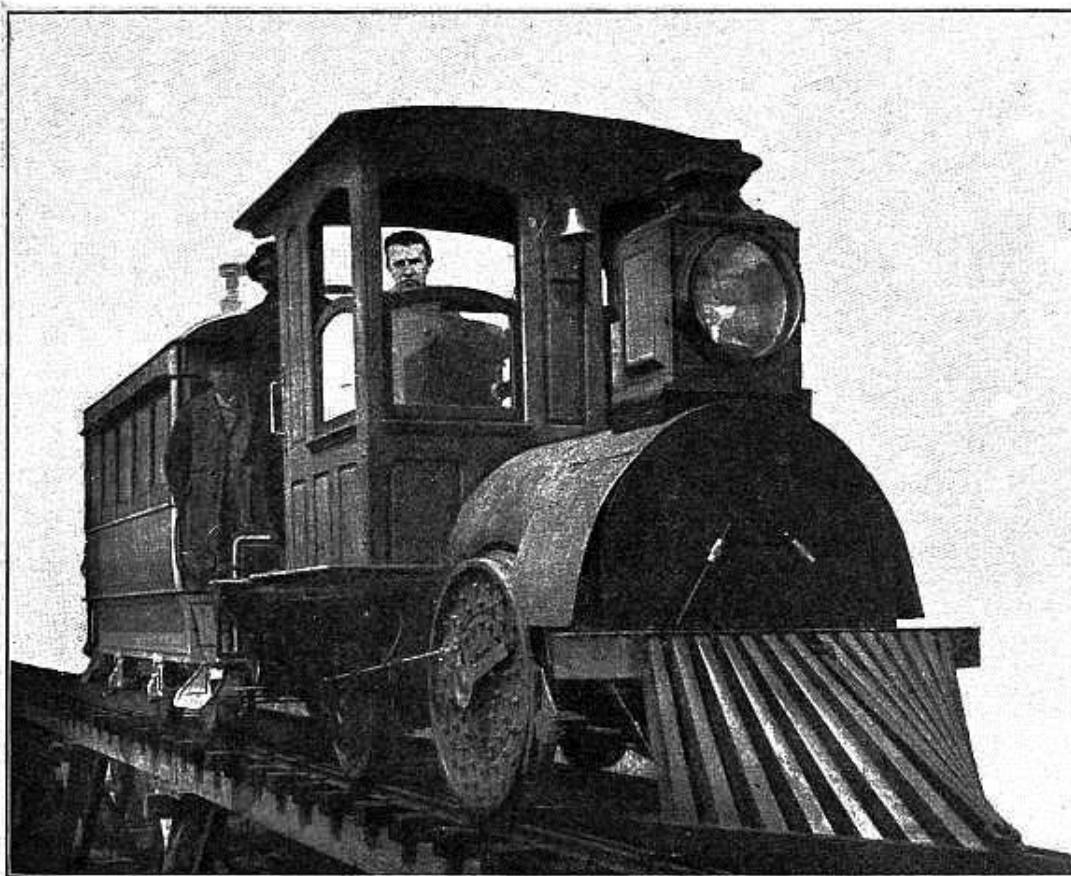


FIG. 56—EDISON'S FIRST PASSENGER LOCOMOTIVE

РИС. 56 – ПЕРВЫЙ

ПАССАЖИРСКИЙ ЛОКОМОТИВ ЭДИСОНА

Новость о маленькой электрической железной дороге на промышленной выставке в Берлине вскоре разошлась по всему миру, и немецкий изобретатель получил запросы со всех концов света, указывающие на то, что в других странах будут предприняты усилия по разработке практических электрических железных дорог. Поэтому фирма Siemens & Halske решила построить линию для реального движения транспорта, не ради получения прибыли, а для того, чтобы Германии выпала честь построить первую практическую электрическую железную дорогу. Линия была построена между Берлином и Лихтерфельде на расстоянии около полутора миль. Был введен в эксплуатацию конный вагон, вмещающий двадцать шесть человек. Между осями был установлен двигатель и динамо-машина с центральной станцией, точно такая же, как у двигателя. Как и в экспериментальной железной дороге Эдисона, для передачи тока использовались два рельса пути. Эта электрическая линия заменила омнибусную линию и сразу же была использована для регулярного движения, и таким образом электрическая железная дорога начала свою замечательную карьеру. Первый электромобиль, используемый для коммерческого обслуживания, показан на рис. 57.

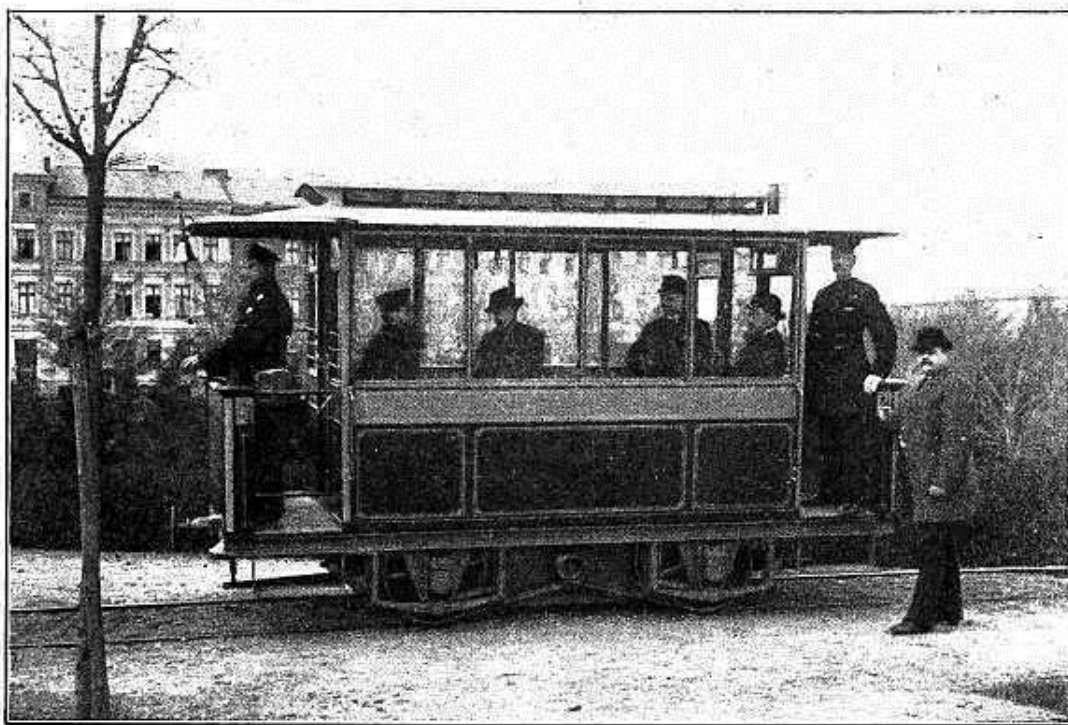


FIG. 57—FIRST COMMERCIAL ELECTRIC RAILWAY

РИС. 57 – ПЕРВАЯ

КОММЕРЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА

Старая повозка, переделанная в электромобиль.

Электрическое освещение

С того времени, когда ночной сторож нес фонарь, до времени ярко освещенных улиц прошло меньше столетия. Это было время, когда быстрый рост железных дорог и торговли привел к быстрому росту городов, а с ростом городов возникла потребность в освещении. Заводы должны работать ночью, чтобы соответствовать мировым требованиям. Торговля не может прекратиться с заходом солнца. В торговых центрах должен быть свет.

В это время ученые работали в своих лабораториях, разрабатывая средства для создания высокого вакуума. Они смогли откачивать воздух из стеклянной колбы до тех пор, пока в ней не осталось менее миллионной доли воздуха. Они и не подозревали, что существует какая-либо связь между высоким вакуумом и проблемой освещения. Первооткрыватели работали, выявляя принципы, которые сейчас используются в динамо-машине. Со временем эти факторы были объединены для создания эффективной системы освещения.

На какое-то время газ заменил фонарь ночного сторожа только для того, чтобы уступить большую часть поля его конкуренту - электричеству.

Первые попытки были предприняты в направлении дуговой лампы. С самых ранних времен наблюдался свет, испускаемый электрической искрой. Целью изобретателей было создать непрерывную искру, которая должна была давать яркий свет. Какое-то время считалось, что электрическая батарея решит проблему, но стоимость тока батареи была слишком велика. И

снова мы в долгу перед Фарадеем, поскольку именно динамо-машина сделала возможным электрическое освещение.

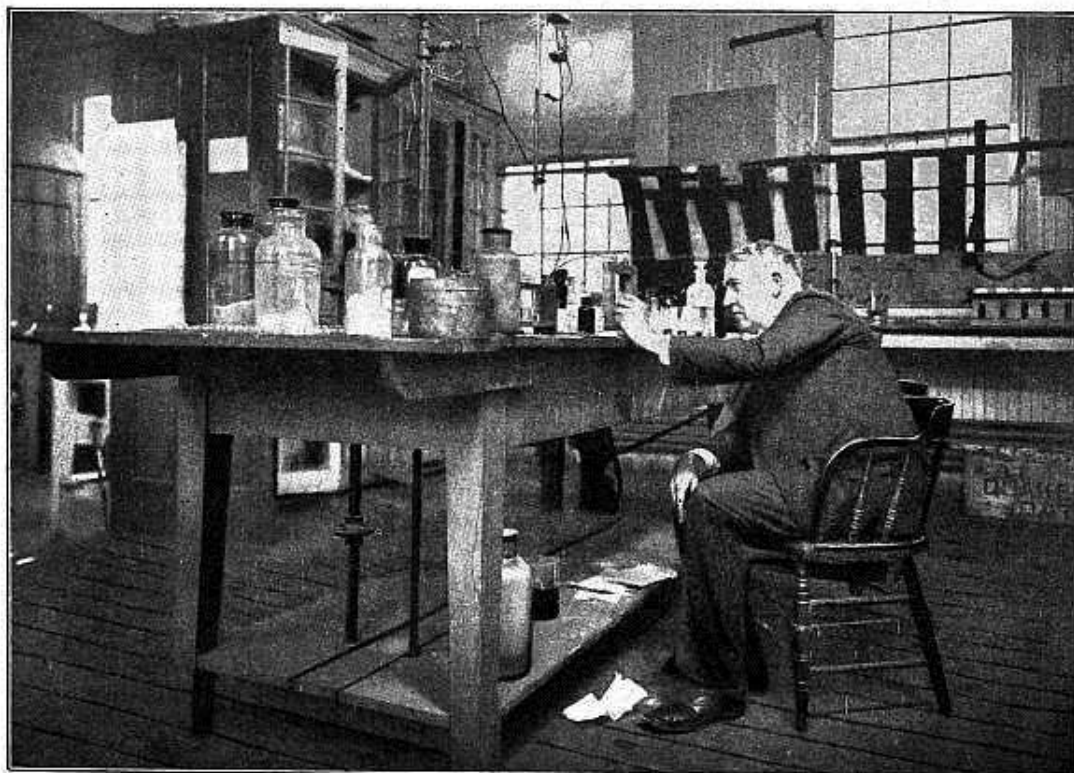
Дуговая лампа зажигается за счет электрического тока, протекающего через зазор между двумя кусочками углерода. Воздух оказывает очень большое сопротивление протеканию электрического тока через этот зазор. Теперь всякий раз, когда электрический ток протекает через что-либо, что сопротивляется его течению, выделяется тепло. Высокое сопротивление воздушного зазора вызывает такой сильный нагрев, что кончики углей раскаляются добела и излучают яркий свет. Если смотреть через дымчатое стекло, то между угольными наконечниками можно увидеть красивую синюю дугу из паров углерода. Если ток течет только в одном направлении, один из атомов углерода, положительный, становится горячее и ярче другого.

В 1878 году улицы Парижа были освещены "свечой Яблочкова", разновидностью дуговой лампы, питаемой током от машины Грамма. В том же году широкой публике была представлена система дугового освещения Brush. Это было началом нашей нынешней системы дугового освещения.

Электрическая дуга подходит для освещения улиц и больших зданий, но не может использоваться для освещения жилых домов. Свет слишком интенсивный. Одна дуга давала бы достаточно света для нескольких домов, если бы свет можно было разделить таким образом, чтобы в каждой комнате было только нужное количество света. Но это невозможно с электрической дугой. Система освещения лампами накаливания Edison потребовалась для решения проблемы освещения домов электричеством.

В 1880 году система Эдисона была выпущена для коммерческого использования. Задача Эдисона заключалась в создании источника света, который можно было бы разделить на несколько маленьких лампочек и который требовал бы меньше внимания, чем дуговая лампа. Он попробовал пропускать ток через платиновую проволоку, заключенную в вакуум. Это давало довольно хорошее освещение, но не было полностью удовлетворительным. Однажды ночью он сидел, размышляя над проблемой, бессознательно перебирая пальцами немного ламповой сажи, смешанной со смолой, которую он использовал в своем телефоне. Не думая, что делает, он скатал эту смесь смолы и ламповой сажи в нитку. Затем он заметил, что он сделал, и ему пришла в голову мысль: "Почему бы не пропустить электрический ток через эту углеродную нить?" Он попробовал. Результатом было слабое свечение. Он чувствовал, что находится на правильном пути. Кусок хлопчатобумажной нити необходимо нагреть в печи в железной форме, которая предотвратит возгорание нити за счет отсутствия доступа воздуха. Затем все остальные элементы, которые были в нити, удалялись, и оставался только углерод. В течение трех дней он работал без сна, чтобы приготовить эту углеродную нить. Через два дня ему удалось получить идеальную нить накала, но когда он попытался заделать ее в стеклянную колбу, она сломалась. Он терпеливо проработал еще день и был вознагражден, получив хорошую углеродную нить, запаянную в стеклянный шар. Он откачал воздух из этого шара, запечатал его и пропустил ток через углеродную нить. Сначала он попробовал слабый ток. Появилось слабое свечение. Он увеличил ток. Нить засветилась ярче. Он продолжал увеличивать ток до тех пор, пока тонкая углеродистая нить, которая рассыпалась бы при прикосновении, не стала пропускать ток, который расплавил бы проволоку из платины, достаточно прочную, чтобы выдержать вес в несколько фунтов. Углерод давал яркий свет. Он нашел способ заставить электрический ток

вырабатывать большое количество маленьких лампочек. Рис. 58 - отличная фотография Эдисона за работой в его лаборатории. На рис. 59 показаны некоторые из первых ламп накаливания Эдисона. Затем он отправился на поиски наилучшего для этой цели вида углерода. Он обугливал бумагу и дерево различных пород - фактически все, что мог найти, из чего можно было получить углеродную нить. Он попробовал волокна японского веера, сделанного из бамбука, и обнаружил, что это дает лучший свет, чем все, что он пробовал раньше. Затем он начал поиски лучшего сорта бамбука. Он узнал, что существует около тысячи двухсот разновидностей бамбука. У него должен быть образец каждой разновидности. Он послал людей во все части света, где растет бамбук. Один человек проехал тридцать тысяч миль и имел множество встреч с дикими зверями в поисках образцов бамбука. В конце концов был найден японский бамбук, который был лучше любого другого. Поиски углеродного волокна обошлись примерно в сто тысяч долларов. Позже было обнаружено, что можно изготовить "нить накаливания", которая работает так же хорошо, как бамбуковое волокно. Это было сделано путем растворения ваты в определенном растворе, а затем впрыскивания этого раствора через небольшое отверстие в небольшую емкость, содержащую спирт. Спирт заставляет вещество схватываться и твердеть, и таким образом образуется углеродная нить размером с отверстие. На рис. 60 показана первая коммерческая установка электрического освещения, которая была установлена на пароходе *Колумбия* в 1880 году.



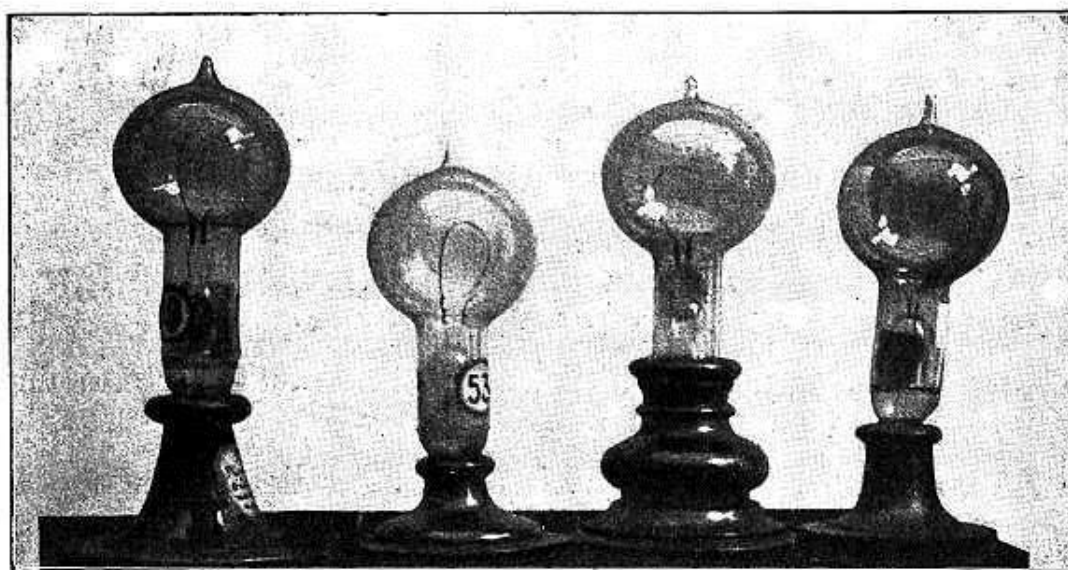
Copyright, 1904, by Byron, N. Y.

FIG. 58—EDISON, AMERICA'S GREATEST INVENTOR, AT WORK IN HIS LABORATORY

РИС. 58 –

ЭДИСОН, ВЕЛИЧАЙШИЙ ИЗОБРЕТАТЕЛЬ АМЕРИКИ, ЗА РАБОТОЙ В СВОЕЙ ЛАБОРАТОРИИ

Авторское право, 1904, автор Байрон, Нью-Йорк



Copyright, 1904, by William J. Hammer

FIG. 59—EDISON'S FAMOUS HORSESHOE PAPER-FILAMENT LAMP OF 1870

РИС. 59 –

ЗНАМЕНИТАЯ БУМАЖНАЯ ЛАМПА НАКАЛИВАНИЯ ЭДИСОНА В ФОРМЕ ПОДКОВЫ 1870 ГОДА

Авторское право, 1904, Уильям Дж. Хаммер

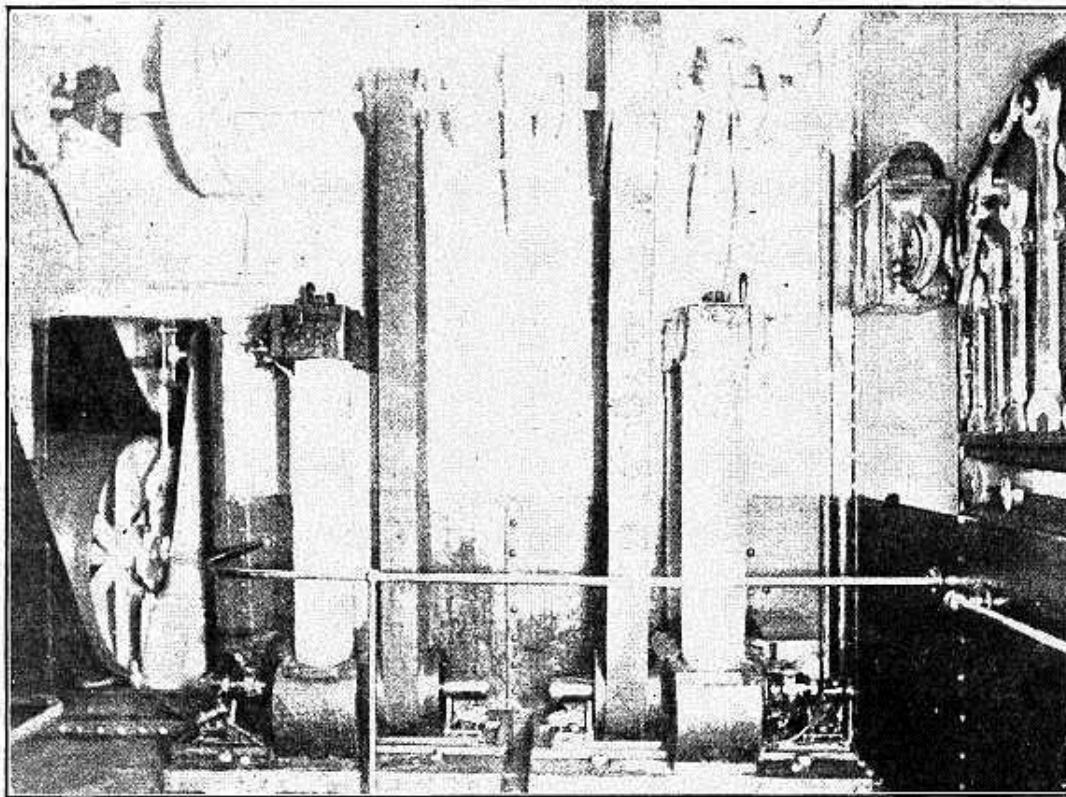


FIG. 60—FIRST COMMERCIAL EDISON ELECTRIC-LIGHTING PLANT; INSTALLED ON THE STEAMSHIP "COLUMBIA" IN MAY, 1880

РИС. 60 – ПЕРВАЯ

КОММЕРЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРООСВЕЩАЮЩАЯ УСТАНОВКА ЭДИСОНА; УСТАНОВЛЕНА НА ПАРОХОДЕ "КОЛУМБИЯ" В МАЕ 1880 г.

Углеродная нить в лампе накаливания нагревается до белого каления, и из-за сильного нагрева она излучает свет. На воздухе такая крошечная ниточка раскаленного добела углерода сгорела бы за долю секунды. Углерод должен находиться в вакууме, и поэтому воздух откачивается из электрической лампочки специальным воздушным насосом, изобретенным незадолго до того, как Эдисон начал свою работу над электрическим освещением. Этот насос способен удалить практически весь воздух, который был в колбе. Возможно, осталась миллионная часть исходного воздуха.

Великое изобретение никогда не доводится до конца одним человеком. Следовало ожидать, что электрическое освещение будет усовершенствовано. Было разработано несколько видов ламп накаливания, использующих различные виды нитей накаливания и адаптированных для различных применений. Оригинальная углеродная лампа Эдисона, однако, продолжает использоваться, будучи лучше приспособленной для определенных целей, чем более новые формы.

Лампа на парах ртути заслуживает упоминания как особая форма дуговой лампы. В обычной дуговой лампе дуга образуется из паров углерода, и свет исходит от кончиков раскаленных добела углей. В лампе с парами ртути свет исходит от паров ртути, которые образуют дугу. Эта дуга может быть любой желаемой длины и излучать мягкий голубовато-белый свет, близкий к дневному.

Телеграф

Необходимость в каких-либо средствах подачи сигналов на расстоянии рано ощутилась в военном искусстве. Флаговые сигналы, подобные тем, которые сейчас используются армиями и флотами мира, были введены в середине семнадцатого века герцогом Йоркским, адмиралом английского флота, который впоследствии стал Яковом II английским. Время от времени изобретались и другие способы связи на расстоянии, но расстояние было только таким, на котором можно было увидеть сигнал или услышать звук. Никакие средства связи на очень большие расстояния не были возможны до тех пор, пока не было открыто магнитное действие электрического тока. Когда стало известно об открытии Эрстеда, люди начали думать о передаче сигналов на расстояние посредством воздействия электрического тока на магнитную стрелку. Ток может быть пропущен по очень длинному проводу, и это отклонит магнитную стрелку на другом конце. Движением иглы можно управлять, размыкая и замыкая цепь, и можно создать систему сигналов или алфавит. Было изобретено несколько игольчатых телеграфов, но они были слишком медленными в действии. Чтобы подготовить почву для телеграфа, потребовались еще два великих изобретения. Одним из них был электромагнит в форме, разработанной профессором Генри, - подковообразный магнит с множеством витков покрытой шелком проволоки вокруг сердечника из мягкого железа, так что очень слабый ток создает магнит, достаточно сильный, чтобы двигать якорь из мягкого железа. Магнит обладает такой силой потому, что ток протекает так много раз вокруг железного сердечника. Другой потребностью была батарея, от которой можно было бы зависеть, чтобы она давала постоянный ток в течение значительного периода времени. Эта потребность была удовлетворена с помощью ячейки Даниэля.

Электромагнит сделал возможным телеграф. Локомотив сделал это необходимостью. Без телеграфа было бы невозможно управлять железнодорожной системой из центрального офиса. Поезд, покинувший центральный вокзал, был бы подобен кораблю в море до изобретения беспроводного телеграфа. О его передвижении ничего нельзя было узнать, пока он не вернется. Потребность в телеграфе остро ощутилась в Америке, когда новая республика распространилась на Тихоокеанское побережье. Один английский государственный деятель сказал после того, как Соединенные Штаты приобрели Калифорнию, что это ознаменовало конец великой Американской Республики, поскольку народ, разбросанный на такой огромной территории и разделенный такими естественными барьерами, не мог держаться вместе. Он не знал, что железная проволока телеграфа прочно свяжет новую нацию воедино.

Телеграфная система Морзе, используемая сейчас во всем цивилизованном мире, стала возможной благодаря работе Стерджена и Генри. Электромагнит Стерджена можно было бы использовать для телеграфирования на очень короткие расстояния, но магнит Генри с его катушками из множества витков изолированного провода был необходим для передачи сигналов на большие расстояния. В одной из аудиторий Академии Олбани профессор Генри заставил электромагнит издавать звук колокола, когда ток проходил по проводу длиной более мили. Это можно было бы назвать первым электромагнитным телеграфом. Но применение принципа к реальной практике было сделано Морзе, а человек, который первым применяет принцип на практике, является настоящим изобретателем.

В 1832 году на борту пакетбота "*Салли*" Сэмюэл Ф. Б. Морс, американский художник сорока одного года от роду, возвращался из Европы. В разговоре доктор Джексон упомянул

электрические эксперименты Ампера, свидетелем которых он был, находясь в Европе, и, отвечая на вопрос, сказал, что электричество мгновенно проходит по проводу любой известной длины. Мысль о передаче слов с помощью электрического тока сразу же овладела умом художника. После многих дней и бессонных ночей он показал друзьям на борту сделанные им рисунки и заметки о записывающем телеграфе.

В Нью-Йорке, в комнате, предоставленной ему братьями, он полностью посвятил себя реализации своей идеи, мало спал и ел самую простую пищу. Получив назначение профессором в Университет города Нью-Йорка, он переехал в одно из зданий этого университета и продолжил свои эксперименты в условиях крайней нищеты, а иногда и голодной смерти, поскольку его зарплата зависела от платы за обучение его учеников.

История, рассказанная одним из его учеников, описывает его состояние в то время.

"Я нанялся стать одним из учеников Морса. У него было еще трое. Вскоре я обнаружил, что профессор не пользуется большим покровительством. Я заплатил свои пятьдесят долларов; это покрыло расходы на четверть обучения. Я помню, когда должен был прийти второй перевод, мой перевод из дома пришел не так, как ожидалось, и однажды профессор вошел и вежливо сказал:

- Ну, Строзер, мой мальчик, как у нас с деньгами?

"Что ж, профессор, мне жаль говорить, что я был разочарован, но я ожидаю перевода денег на следующей неделе".

"На следующей неделе! - печально повторил он. - К тому времени я буду мертв".

-Мертв, сэр?

"Да, умер от голода!"

Я был огорчен и поражен. Я поспешно спросил: "Вам помогут десять долларов?"

- "Десять долларов спасли бы мне жизнь, вот и все, что они могли бы сделать".

Деньги были выплачены, все, что было у студента, и они пообедали вдвоем. Это была первая трапеза Морса за последние двадцать четыре часа.

Эхолот телеграфа Морзе (рис. 61) состоит из электромагнита и якоря из мягкого железа. Когда ток не течет, якорь удерживается на расстоянии от магнита пружиной. Когда цепь замкнута, ток протекает через катушки магнита, и якорь притягивается, вызывая щелчок. Когда цепь размыкается, пружина оттягивает якорь от магнита, вызывая еще один щелчок. Цепь создается и размыкается с помощью ключа на другом конце провода. В первом приборе Морзе (рис. 62) на якоре была прикреплена ручка, которая проводилась по бумажной ленте, когда якорь притягивался магнитом. Если ручка удерживалась магнитом очень короткое время, ставилась точка; если дольше - тире. Вскоре ручка была выброшена, и сообщение воспринималось только звуком. Используемый сейчас алфавит Морзе был изобретен неким мистером Вейлом, который помогал Морзе в разработке телеграфа. Мистеру Вейлу пришла в голову мысль, что он мог бы обратиться в типографию за помощью в выборе комбинаций точек и тире, которые следует использовать для разных букв. Буквы, требующие наибольшего количества пробелов в

шрифтах, встречаются чаще всего, и для этих букв он использовал простейшие комбинации точек и тире.

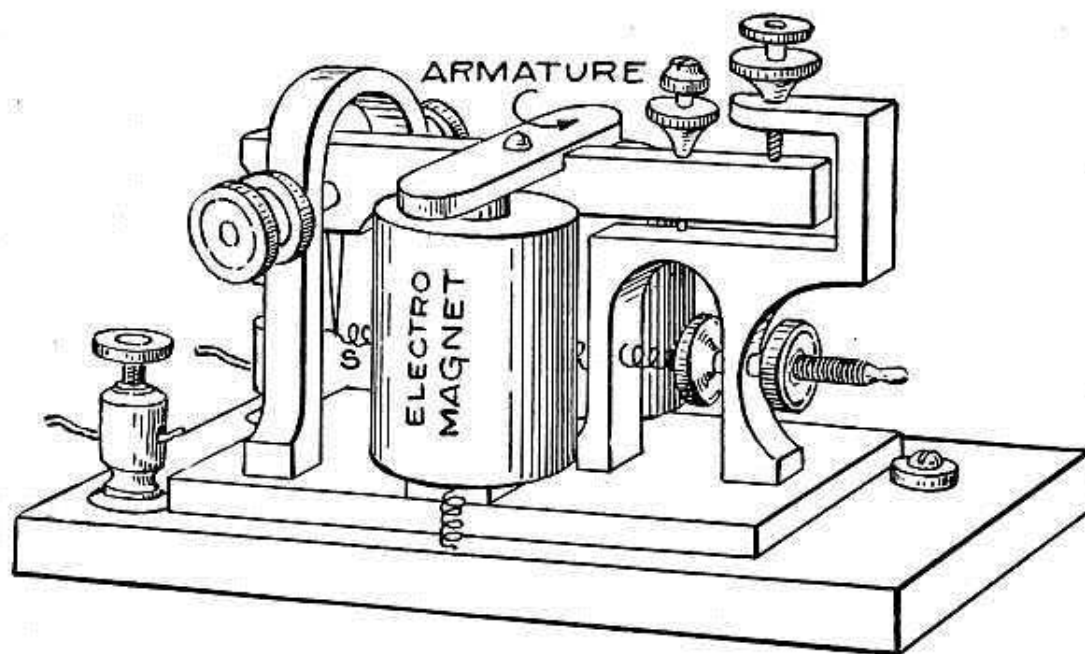


FIG. 61—A TELEGRAPH SOUNDER

ТЕЛЕГРАФНЫЙ ЭХОЛОТ

РИС. 61—

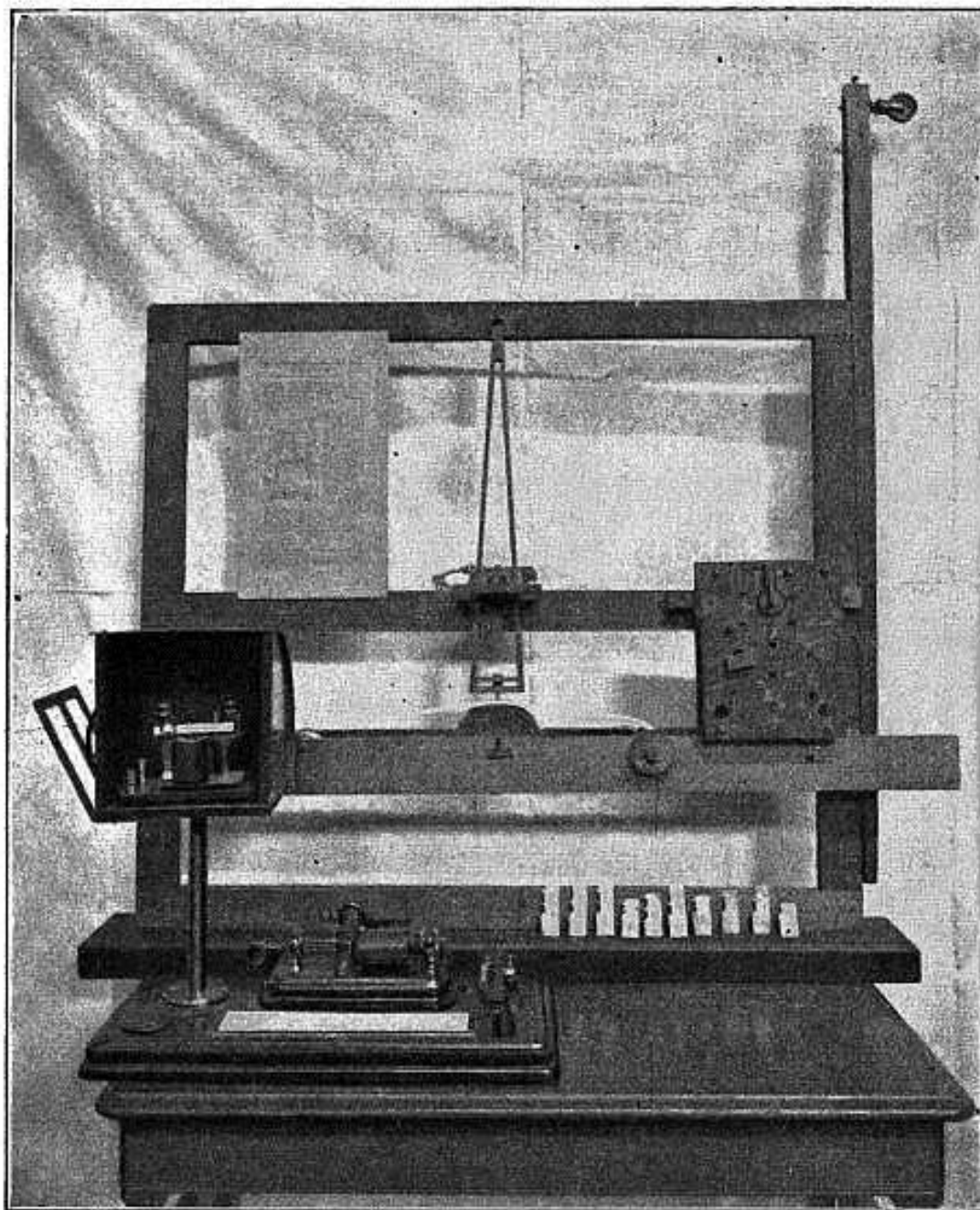


FIG. 62—MORSE'S FIRST TELEGRAPH INSTRUMENT

ТЕЛЕГРАФНЫЙ ПРИБОР МОРЗЕ

РИС. 62 – ПЕРВЫЙ

К маятнику была прикреплена ручка, которой под действием электромагнита водили по полоске бумаги. Тип провода, показанный в правом нижнем углу, использовался для установления электрического контакта при отправке сообщения. Современный инструмент, показанный в нижнем левом углу, - это тот самый, который разослал послание по всему миру в 1896 году.

Фото Клоди.

Морзе неоднократно говорил, что, если бы он мог заставить свой телеграф работать на расстоянии десяти миль, он мог бы заставить его работать по всему миру. Это обещание в области телеграфии на большие расстояния он выполнил с помощью ретранслятора. Ретранслятор работает так же, как эхолот. Ток, проходящий по длинной линии, может быть слишком слабым, чтобы вызвать щелчок, который можно было бы легко услышать, но достаточно сильным, чтобы намагнитить катушки реле и заставить якорь замкнуть другую цепь. Этот второй контур включает в себя эхолот и батарею, расположенную на той же станции, что и эхолот, которую мы будем называть "локальной батареей". Реле просто действует как контактный ключ и замыкает цепь местной батареи. Таким образом, ток от местной батареи проходит через эхолот и издает громкий щелчок. Иногда реле используется для управления вторым очень длинным контуром. На дальнем конце второго контура может быть эхолот или второе реле, управляющее третьим контуром. Таким образом, любое количество цепей может быть соединено с помощью реле. Это форма повторяющейся системы, используемой для передачи телеграмм на очень большие расстояния. На рис. 63 показана схема с реле и датчиком.

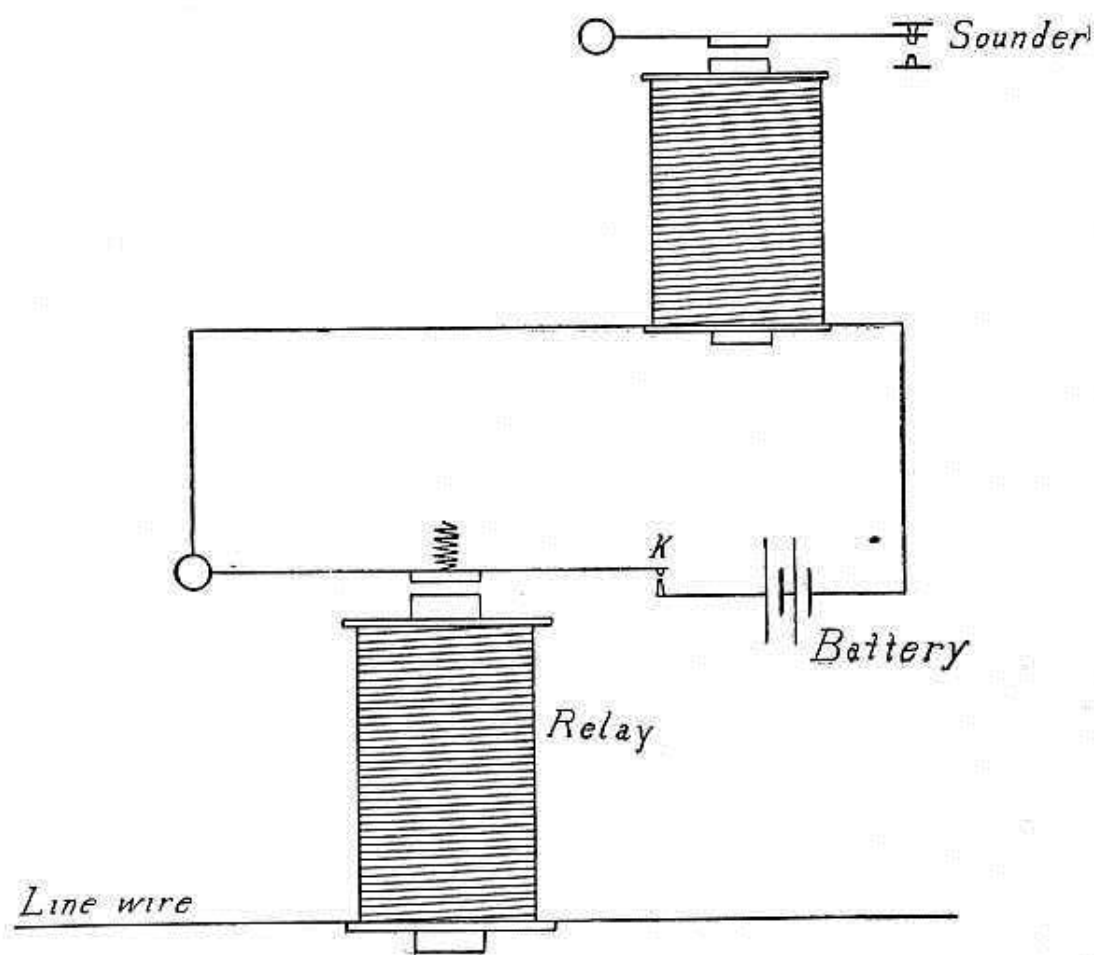


FIG. 63—A TELEGRAPHIC CIRCUIT WITH RELAY AND SOUNDER

РИС. 63—

ТЕЛЕГРАФНАЯ СХЕМА С РЕЛЕ И ДАТЧИКОМ

В телеграфной цепи необходим только один соединительный провод. Земля, являясь хорошим проводником электричества, используется как часть цепи. Следовательно, необходимо выполнить заземление на каждом конце линии, при этом приборы подключаются между линейным проводом и землей. Для телеграфии на большие расстояния вместо тока от аккумулятора используется ток от динамо-машины. На рис. 64 показана простая телеграфная схема.

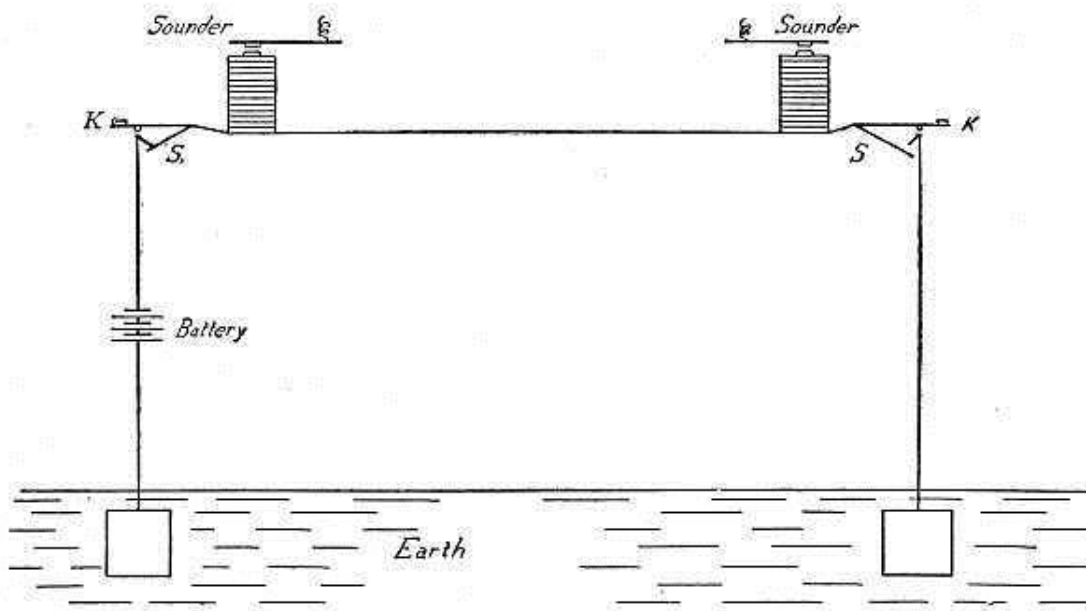


FIG. 64—A SIMPLE TELEGRAPHIC CIRCUIT

РИС. 64—ПРОСТАЯ

ТЕЛЕГРАФНАЯ СХЕМА

Две клавиши показаны в положении *K*, а два переключателя - в положении *S*. Когда используется один ключ, выключатель на этой станции должен быть разомкнут, а выключатель на другой станции - закрыт.

Телеграфное сообщение распространяется со скоростью света, поскольку скорость электричества и скорость света одинаковы. Телеграфный сигнал облетел бы вокруг земли более семи раз за одну секунду, если бы он проходил по одному непрерывному проводу. Однако реле, которые необходимо использовать, вызывают некоторую задержку.

В 1835 году экспериментальный телеграф Морзе был завершен, и в 1837 году он был выставлен для публики, но прошло еще семь лет, прежде чем линия была установлена для общественного пользования. Помощь Конгресса была необходима. По пути в Вашингтон Морзе продемонстрировал свой инструмент в залах Капитолия, отправляя сообщения по десяти милям провода, намотанного на катушку. Изобретение было высмеяно, но изобретатель не отчаивался. Законопроект о выделении средств на прокладку телеграфной линии между Вашингтоном и Балтимором был принят Палатой представителей небольшим большинством голосов. Наступил последний день сессии. Десять часов вечера, за два часа до перерыва, а Сенат так и не предпринял никаких действий. Сенатор посоветовал Морсу идти домой и больше не думать об этом, заявив, что Сенат не одобряет его проект. Он пошел в свой отель, пересчитал деньги и обнаружил, что может оплатить счет, купить билет домой, и у него осталось тридцать

семь центов. На протяжении всей своей работы он твердо верил, что Высшая Сила направляет его работу и приносит в мир через его изобретение новую и возвышающую силу; и поэтому, когда все казалось потерянным, он не пал духом.

Утром позвонила подруга, мисс Эллсворт, и поздравила ее с тем, что законопроект был принят Сенатом и на "Телеграф" выделено тридцать тысяч долларов. Будучи первым, кто сообщил о своем успехе, мистер Морс пообещал ей, что первое сообщение по новой линии будет от нее. Примерно через год строка была закончена, и мисс Эллсворт продиктовала ставшее знаменитым послание: "Что сотворил Бог!"

Вскоре после этого Съезд Демократической партии, заседавший в Балтиморе, получил телеграфное сообщение от сенатора Сайласа Райта из Вашингтона, отклоняющего предложенную ему кандидатуру на пост вице-президента. Конвенция отказалась принять сообщение, отправленное по телеграфу, и направила в Вашингтон комиссию для расследования. Сообщение было подтверждено, и Морзе и его телеграф стали известными. На рис. 65 показан первый телеграфный аппарат, используемый для коммерческой работы.

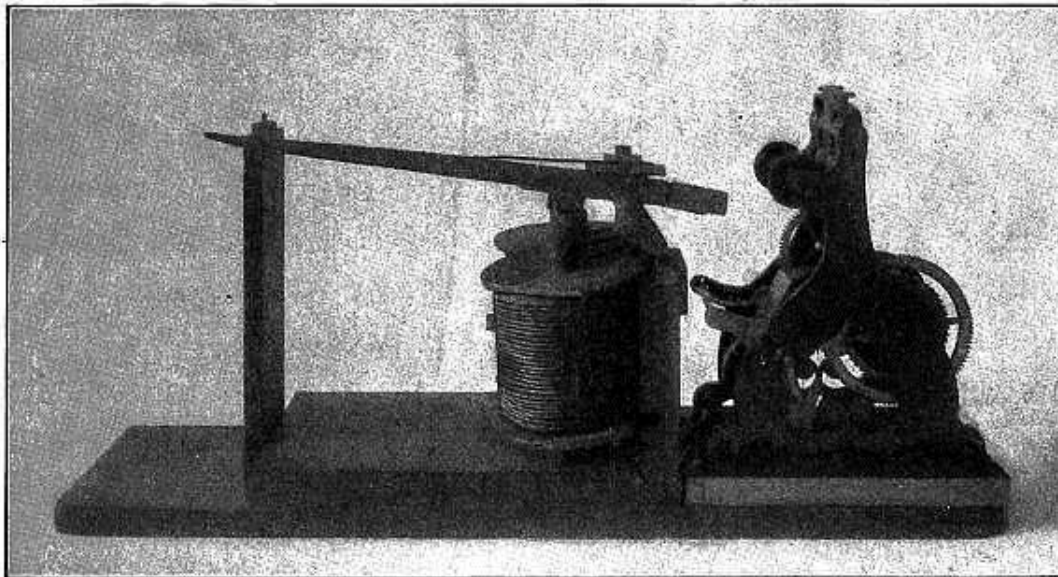


FIG. 65—FIRST TELEGRAPH INSTRUMENT USED FOR COMMERCIAL WORK
ТЕЛЕГРАФНЫЙ АППАРАТ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ДЛЯ КОММЕРЧЕСКОЙ РАБОТЫ

РИС. 65 – ПЕРВЫЙ

Фото Клоди.

Желание телеграфировать через океан возникло с появлением телеграфа на суше. Оголенные провода в воздухе со стеклянными изоляторами на полюсах используются для наземной телеграфии, но оголенные провода в воде использовать нельзя, поскольку океанская вода будет проводить электричество. Требовалось что-то, чтобы покрыть провод, защитить его от воды и предотвратить утечку электрического тока. Как раз тогда, когда это было необходимо, такое вещество было обнаружено. В 1843 году, когда Морзе работал над своим телеграфом, было обнаружено, что сок определенного вида дерева, растущего на Малайском архипелаге, образует вещество, чем-то похожее на резину, но более прочное и особенно подходящее для изоляции проводов в воде. Это вещество называется гуттаперчевым. Океанские кабели

изготавливаются из нескольких медных проволок, каждая из которых покрыта гуттаперчей, провода скручены вместе и защищены просмоленной веревочной нитью и внешним слоем проволоки из оцинкованного железа. Земля используется для обратной связи, как в наземном телеграфе.

Двусторонняя телеграфия

Телеграф прошел успешно, но многое еще предстояло усовершенствовать. Требовалась экономия строительства. Заставить один провод выполнять работу двух было достигнуто благодаря изобретению дуплексной системы. При двусторонней телеграфии два сообщения могут быть отправлены в противоположных направлениях по одному и тому же проводу одновременно. Давайте рассмотрим некоторые методы, с помощью которых это достигается.

Одним из методов с длинным названием, но очень простым в работе, является дифференциальная система (рис. 66). В дифференциальной системе ток от домашней батареи делится на две ветви, проходящие вокруг катушек электромагнита в противоположных направлениях. Теперь, если эти две ветви расположены так, что токи, протекающие через них, равны, реле не будет намагничиваться, потому что один ток будет стремиться превратить конец А в северный полюс, а другой ток будет стремиться превратить тот же конец в южный полюс. В результате катушка реле не намагничивается и не притягивает якорь. Но ток от удаленной батареи проходит только по одной из этих ветвей и намагничивает реле. Следовательно, при аналогичном расположении на второй станции два сообщения могут быть отправлены одновременно в противоположных направлениях.

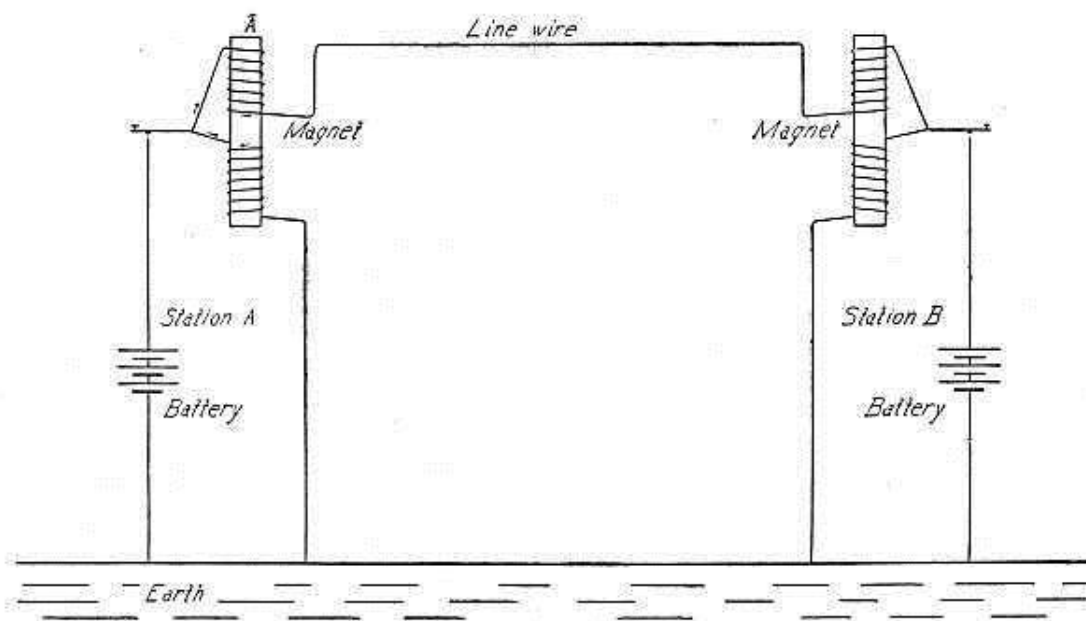


FIG. 66—HOW TWO MESSAGES ARE SENT OVER ONE WIRE AT THE SAME TIME

РИС. 66—КАК ДВА

СООБЩЕНИЯ ОТПРАВЛЯЮТСЯ ПО ОДНОМУ ПРОВОДУ ОДНОВРЕМЕННО

Другим методом, не таким простым в принципе, является мостовой метод. Когда ключ на станции А (см. рис. 67) замкнут, ток от батареи на станции А делится на 3, и если сопротивления 1 и 2 равны, а сопротивление 3 равно сопротивлению линии, ток через эхолот протекать не будет. Но если по линии проходит ток от удаленной станции, этот ток разделяется в точке D, и

часть проходит через эхолот, вызывая щелчок. Таким образом, ток от домашней батареи не влияет на работу эхолота, но влияет на ток от удаленной батареи. Следовательно, сообщение может быть отправлено и получено одновременно. Если на другой станции действует аналогичная схема, два сообщения могут передаваться по линии в противоположных направлениях одновременно.

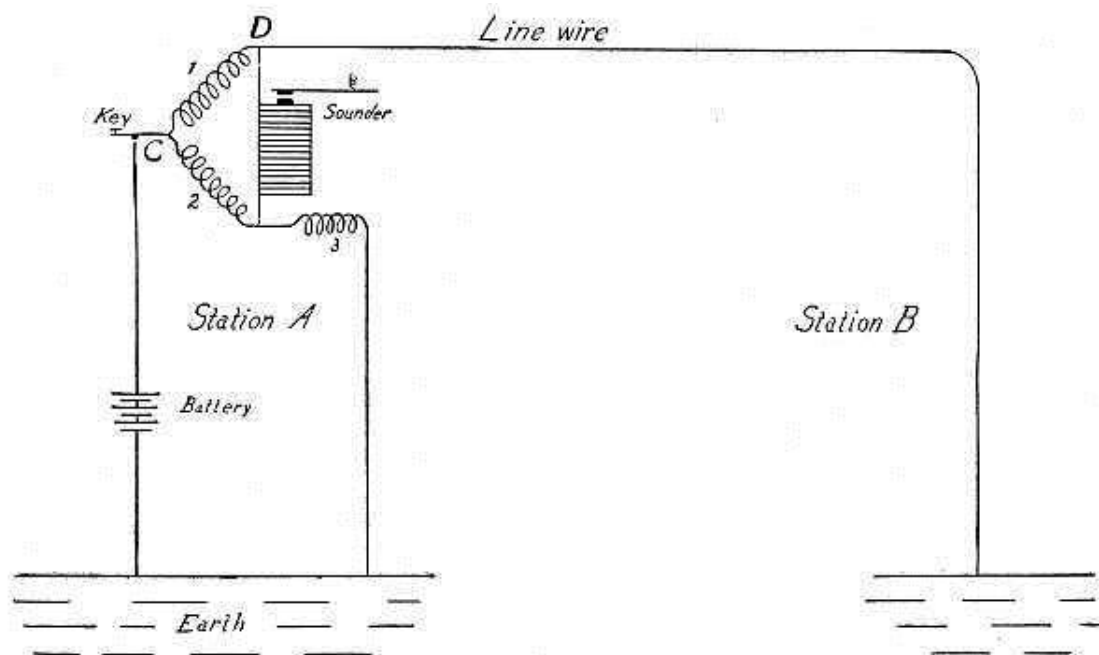


FIG. 67—HOW TWO MESSAGES ARE SENT OVER ONE WIRE AT THE SAME TIME. BRIDGE METHOD

РИС. 67 –КАК ДВА СООБЩЕНИЯ ОТПРАВЛЯЮТСЯ ПО ОДНОМУ ПРОВОДУ ОДНОВРЕМЕННО. МОСТОВОЙ МЕТОД

Дифференциальный метод используется в наземной телеграфии, мостовой метод - почти исключительно в подводной телеграфии. Следующим шагом стала квадруплексная система, с помощью которой по одному проводу можно было передавать четыре сообщения одновременно. Первая квадруплексная система была изобретена Эдисоном в 1874 году, и за четыре года она сэкономила более полумиллиона долларов. Были изобретены другие системы, которые позволяют отправлять еще большее количество сообщений одновременно по одному проводу.

Телефон

Идея "общения по телеграфу" начала зарождаться в умах изобретателей вскоре после того, как в обиход вошел инструмент Морзе. Звук голоса вызывает вибрацию в воздухе. (Это просто показано на струнном телефоне. Этот телефон изготавливается путем натягивания тонкой мембраны, такой как тонкая овчина или кожа золотоискателей, на круглую рамку из дерева или металла. Два таких инструмента соединены струной, конец струны прикреплен к середине натянутой мембраны. Звук голоса заставляет эту мембрану вибрировать. Когда мембрана быстро перемещается взад-вперед, она натягивает и отпускает струну, и таким образом заставляет мембрану на другом конце вибрировать и издавать звук. Это фактический перенос звуковых колебаний по струне.) В телефоне это не звуковые колебания, а электрический ток,

который проходит по проводу линии. Таким образом, телефонное сообщение распространяется со скоростью электричества, а не со скоростью звука. Если бы оно распространялось по воздуху со скоростью звука, сообщение, произнесенное в Чикаго, было бы услышано в Нью-Йорке через час; но мы знаем, что сообщение, произнесенное в Чикаго, может быть услышано в Нью-Йорке в тот момент, когда оно произнесено.

Телефон, как и телеграф, зависит от электромагнита. Сначала идея изобретателей заключалась в том, чтобы заставить колебания тонкой мембраны, вызванные звуком голоса, размыкать и замыкать телеграфную цепь. Электромагнит на другом конце линии заставлял бы вибрировать тонкую мембрану с прикрепленным к ней куском мягкого железа, подобно тому, как магнит в телеграфном приемнике тянет и отпускает якорь из мягкого железа по мере замыкания цепи. Тонкая мембрана, вибрирующая таким образом, издавала звук. Телефон, работающий по этому принципу, был изобретен Филиппом Рейсом, школьным учителем в Германии. Передатчик был вырезан из дерева в форме человеческого уха, тонкая мембрана находилась на месте барабанной перепонки. По этому телефону передавались музыкальные звуки и даже слова, но он никогда не смог бы стать успешным в качестве практичного рабочего телефона. Мембрана в приемнике будет вибрировать с той же скоростью, что и мембрана в передатчике, но звук зависит от чего-то большего, чем скорость вибрации.

Известный сегодня телефон Bell telephone начался с изучения человеческого уха. Александр Грэм Белл был учителем глухих. Его целью было научить глухих пользоваться разговорной речью, и для этой цели он хотел изучить природу вибраций, вызываемых голосом. Его план состоял в том, чтобы заставить ухо само проследить на дымчатом стекле волны, создаваемые различными буквами алфавита, и использовать эти прорисовки в обучении глухих. Соответственно, человеческое ухо было прикреплено к подходящей подставке, стремя-кость была удалена, оставив прикрепленными две кости, а к одной из костей был прикреплен стилус из пшеничной соломы. Барабанная перепонка, заставляемая вибрировать от этого звука, двигала две маленькие косточки и соломенный наконечник, так что, когда он пел или разговаривал с ухом, на стекле оставались тонкие следы.

Этот эксперимент подсказал мистеру Беллу, что мембрана, более тяжелая, чем барабанная перепонка, будет перемещать более тяжелый груз. Если барабанная перепонка, не толще папиросной бумаги, могла двигать кости уха, то более тяжелая мембрана могла бы заставить вибрировать кусок железа перед электромагнитом. В то же время он изобретал телеграф для передачи сообщений с помощью музыкальных звуков. В этом телеграфе он использовал электромагнит в передатчике и другой электромагнит в приемнике. Он прикрепил якорь из мягкого железа каждого электромагнита к растянутой мембране из кожи золотоискателей, ожидая, что звук его голоса заставит вибрировать мембрану передатчика и что с помощью электромагнитов мембрана приемника будет вибрировать таким же образом (рис. 68). Сначала он был разочарован, но после внесения некоторых изменений в арматуру в приемнике слышался отчетливый звук. Позже от мембраны отказались и с лучшим эффектом использовали тонкий железный диск.

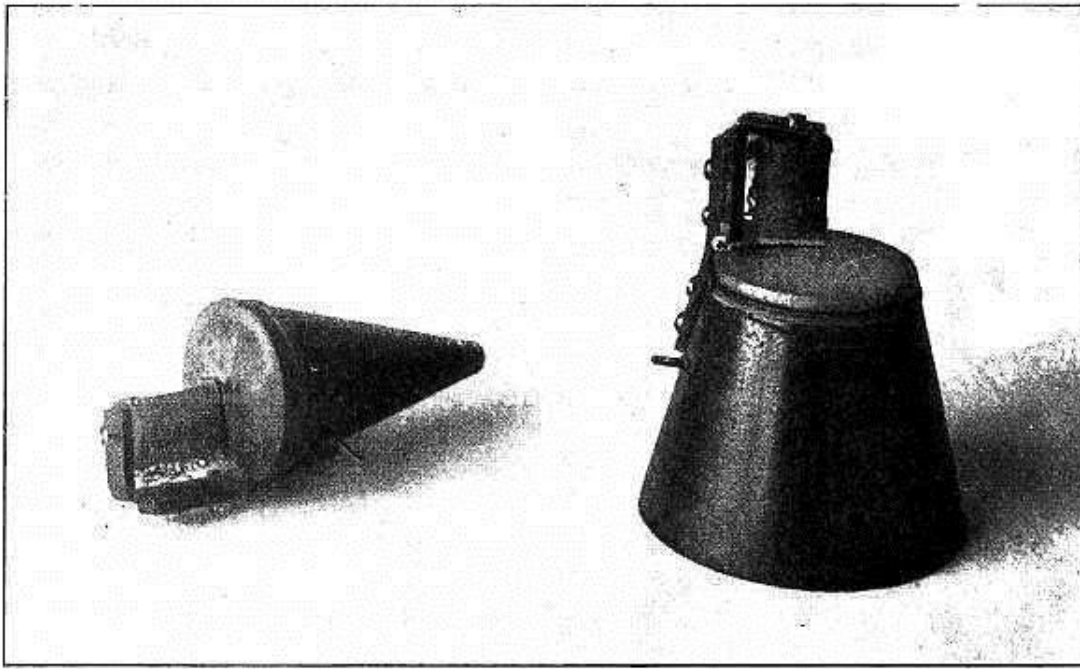


FIG. 68—FIRST BELL TELEPHONE RECEIVER AND TRANSMITTER

РИС. 68—

ТЕЛЕФОННЫЙ ПРИЕМНИК И ПЕРЕДАТЧИК FIRST BELL

Приемник находится слева на картинке. На концах передатчика и приемника можно увидеть тонкую мембрану из кожи золотобойцев, туго натянутую и скрепленную шнуром. Над каждой мембраной также изображен электромагнит. Эта тонкая мембрана с прикрепленным к ней куском мягкого железа использовалась вместо диска из мягкого железа современного приемника.

История борьбы Белла может показаться повторением истории жизни многих других великих изобретателей. Он знал, что открыл нечто, имеющее огромную ценность для мира. Он посвящал все свое время совершенствованию телефона, пренебрегая своей профессиональной деятельностью и в конце концов бросив ее, чтобы все свое время посвятить своему изобретению. Он был вынужден терпеть бедность и насмешки. Его называли "чудаком, который говорит, что может разговаривать по проводу". Люди говорили, что его изобретение никогда не будет реализовано на практике. Даже после того, как ему удалось найти нескольких покупателей и некоторые телефоны действительно начали использоваться, люди не спешили внедрять это. Идея разговаривать с куском железа и слышать, как говорит другой кусок железа, казалась своего рода колдовством.

В телефоне мы видим другое применение электромагнита. Очень тонкий железный диск возле полюсов электромагнита образует телефонную трубку (рис. 69). По телефонному проводу проходит электрический ток. Если ток становится сильнее, магнит становится сильнее и притягивает диск к себе. Если ток ослабевает, магнит ослабевает и не так сильно притягивает диск. Затем диск отскакивает от магнита. Если эти изменения происходят быстро, диск быстро перемещается взад-вперед и издает звук. Звук голоса на другом конце линии заставляет диск в рупоре вибрировать. Вибрации этого диска вызывают изменения электрического тока, протекающего по линейному проводу, и изменения электрического тока заставляют диск

приемника вибрировать точно так же, как диск на мундштуке. Таким образом, слова, произносимые в трубку, могут быть услышаны в приемнике.

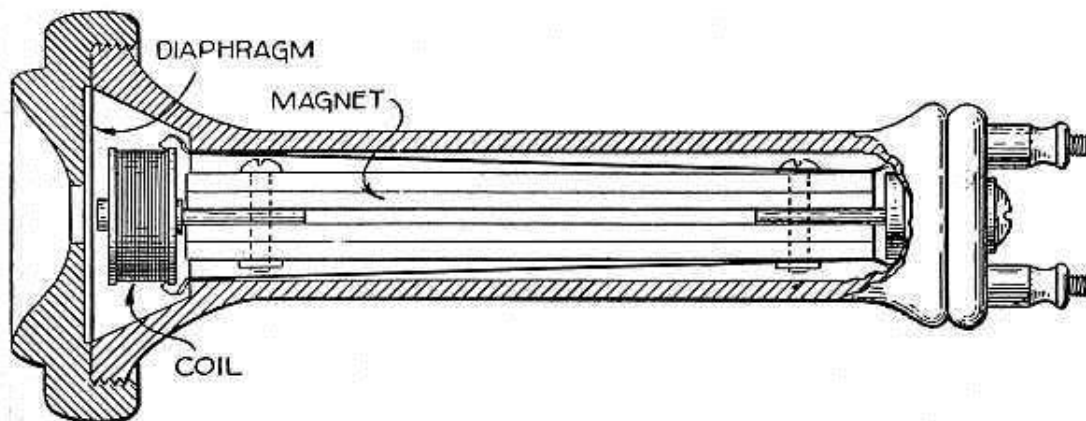


FIG. 69—A TELEPHONE RECEIVER

РИС. 69—

ТЕЛЕФОННАЯ ТРУБКА

Передатчик, используемый Bell, был похож на приемник. Два приемника от обычного телефона, соединенные двумя проводами, могут использоваться в качестве телефона без батареек. На рис. 70 показан телефон в сборе, состоящий из двух приемников, соединенных двумя проводами. Диск в одном приемнике, который сейчас используется в качестве передатчика, вибрирует при звуке голоса. Теперь, когда кусок железа движется взад и вперед в магнитном поле, он усиливает и ослабляет поле. Таким образом, магнитное поле в передатчике быстро изменяется при движении железного диска. Теперь мы обнаружили, что всякий раз, когда катушка провода находится в изменяющемся магнитном поле, в катушке индуцируется ток. Следовательно, в маленькой катушке в передатчике индуцируется ток. Мы также обнаружили, что при усилении магнитного поля индуцированный ток течет в одном направлении, а при ослаблении поля ток течет в противоположном направлении. Поскольку поле в передатчике делается попеременно сильнее и слабее, ток в катушке течет сначала в одном направлении, затем в противоположном — то есть мы имеем переменный ток. Этот переменный ток, конечно, протекает по линейному проводу и через катушку в приемнике. В приемнике переменный ток попеременно усиливает и ослабляет магнитное поле, и при этом притяжение магнита к железному диску усиливается и ослабляется. Следовательно, железный диск в приемнике вибрирует точно так же, как диск в передатчике, и поэтому издает звук, точно такой же, как тот, который воздействует на передатчик.

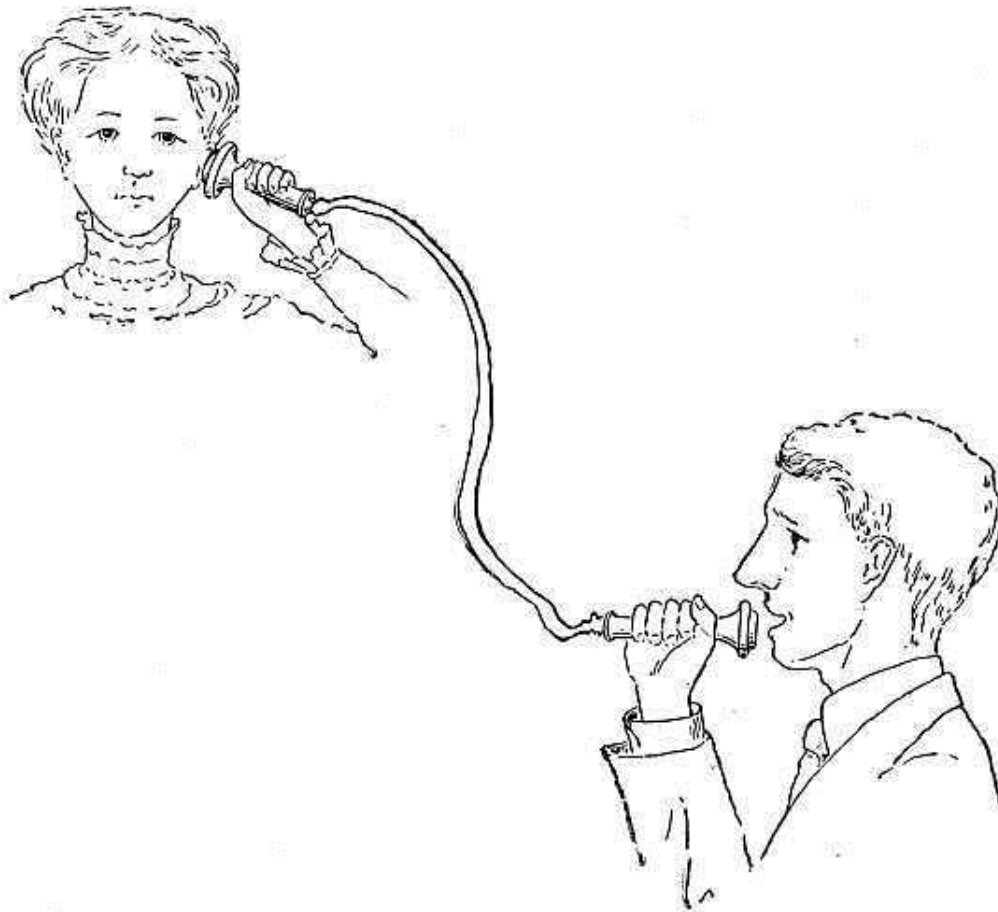


FIG. 70—TWO RECEIVERS USED AS A COMPLETE TELEPHONE

РИС. 70—ДВА

ПРИЕМНИКА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КАЧЕСТВЕ ПОЛНОЦЕННОГО ТЕЛЕФОНА

В передатчике Блейка, который сейчас широко используется, диск перемещает угольный стержень, который прижимается к другому угольному стержню. Это изменяет давление между двумя угольными стержнями. Ток батареи протекает через два атома углерода, и при изменении давления атомов углерода изменяется сила тока. Когда атомы углерода прижаты друг к другу плотнее, ток сильнее. Когда давление меньше, ток слабее. Таким образом, мы имеем переменный ток через углерод. Этот ток протекает через первичную обмотку индукционной катушки, вторичная обмотка подключена к линейному проводу. Теперь ток различной силы в первичной обмотке индуцирует переменный ток во вторичной. Таким образом, мы имеем переменный ток, текущий по линейному проводу. Этот переменный ток воздействует на магнитное поле приемника описанным ранее способом, заставляя диск в приемнике вибрировать и издавать звук.

Для работы на больших расстояниях используется передатчик угольной пыли (рис. 71). В нем много гранул углерода, так что вместо двух точек соприкосновения углерода их много. Это делает передатчик более чувствительным.

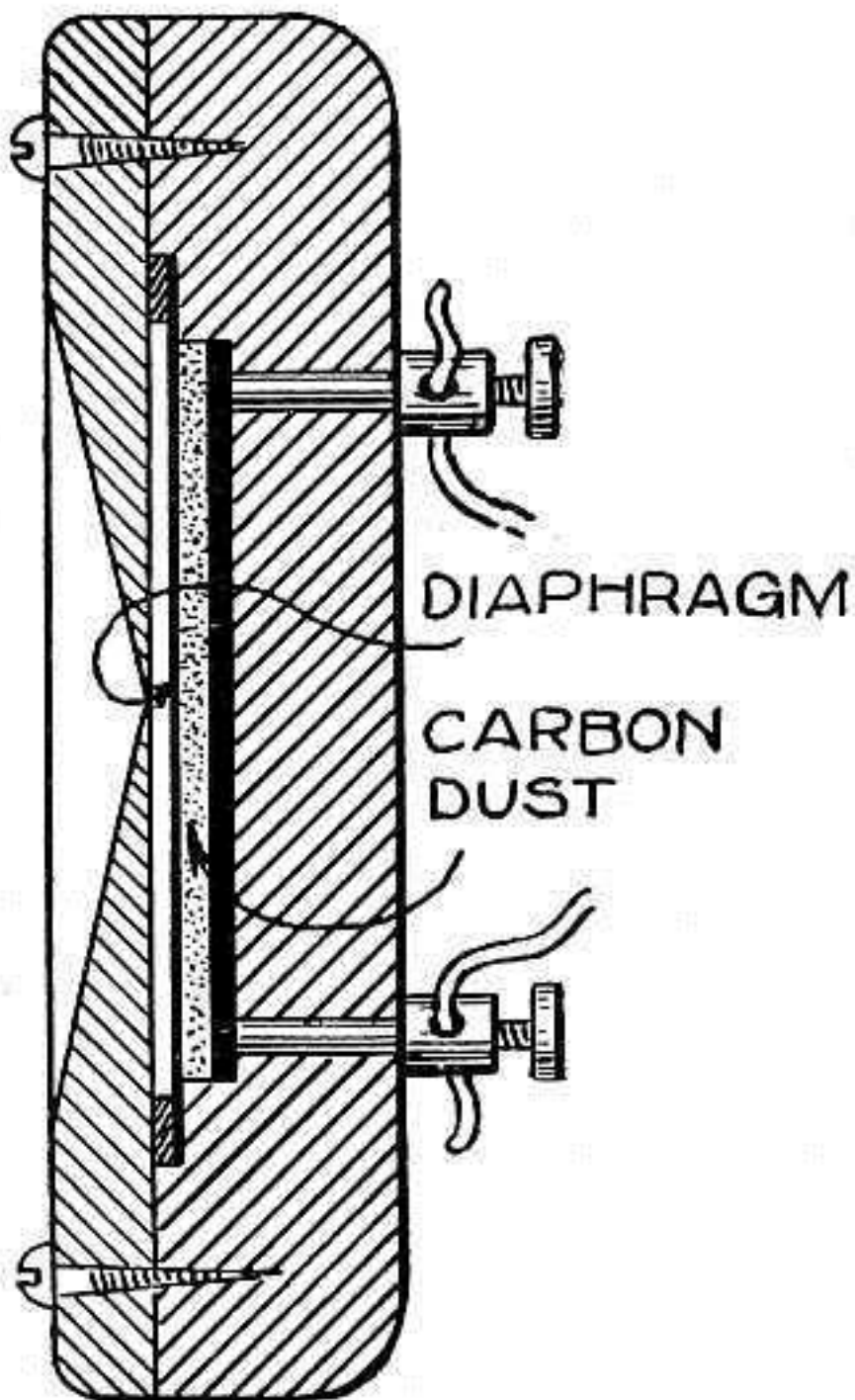


FIG. 71—CARBON-DUST TRANSMITTER

РИС. 71—ДАТЧИК УГОЛЬНОЙ

ПЫЛИ

Сила тока, необходимая для работы телефона, очень мала. Для передачи телефонного сообщения требуется менее стотысячной доли тока, необходимого для телеграфного сообщения. Работы, проделанной при поднятии телефонной трубки на расстояние одного фута,

если ее преобразовать в переменный ток, было бы достаточно, чтобы поддерживать звук в приемнике в течение ста тысяч лет. Из-за своей чрезвычайной чувствительности телефон требует полной проводной схемы. Земля не может использоваться для обратной цепи, как в случае с телеграфом. Возмущения в земле, вибрация, токи утечки на троллейбусных линиях и так далее могут серьезно повлиять на работу телефона.

Когда был изобретен телефон, обычно отмечали, что он не может заменить телеграф в торговле, поскольку последний дает продавцу некоторые свидетельства коммерческой операции, в то время как телефон не оставляет никаких следов. Было время, когда люди боялись доверять друг другу, но сейчас крупные деловые сделки заключаются по телефону; продукция фермы, фабрики и рудника покупается и продается в огромных количествах без письменного контракта или даже письменного подтверждения в виде телеграммы. Таким образом, в телефоне развился дух деловой чести.

Фонограф

Фонограф вырос из телефонного аппарата. Говорят, что это единственное изобретение Эдисона, которое появилось случайно, но только гениальный человек мог бы понять значение такой случайности. Он пел в телефонную трубку, когда вибрация диска заставила тонкое стальное острие проткнуть один из его пальцев, зажатых сразу за диском. Это заставило его задуматься. Если звук его голоса мог заставить диск вибрировать с силой, достаточной, чтобы проткнуть кожу, разве он не оставил бы отпечатков на фольге и, таким образом, не сделал бы запись голоса, которую можно было бы воспроизвести, быстро проведя острием по тем же отпечаткам? Он дал своим помощникам необходимые инструкции, и вскоре был изготовлен первый фонограф.

Этот диск в фонографе приводится в вибрационное состояние звуковыми колебаниями в воздухе таким же образом, как диск в телефонном передатчике. К диску прикреплен наконечник иглы, который, конечно же, вибрирует вместе с диском. Если цилиндр с мягкой поверхностью быстро вращать под стальным наконечником при его вибрации, в цилиндре образуются отпечатки, соответствующие движениям диска. Цилиндр должен двигаться вперед по мере вращения, так что его путь будет представлять собой спираль. Если теперь поместить перо в исходную точку и быстро повернуть цилиндр, перо будет быстро перемещаться вверх и вниз, проходя по углублениям в цилиндре, и таким образом заставлять металлический диск вибрировать и издавать звук, подобный тому, который был получен вначале. В самых ранних фонографах цилиндр был покрыт оловянной фольгой. Позже в обиход вошли так называемые "восковые пластинки". Эти цилиндры сделаны не из воска, а из очень твердого мыла. На рис. 72 показан инструмент, в котором звук голоса заставил кончик карандаша провести волнистую линию на цилиндре. Этот инструмент можно назвать предшественником фонографа. На рис. 73 показан первый фонограф Эдисона с современным инструментом, помещенным рядом с ним для сравнения.

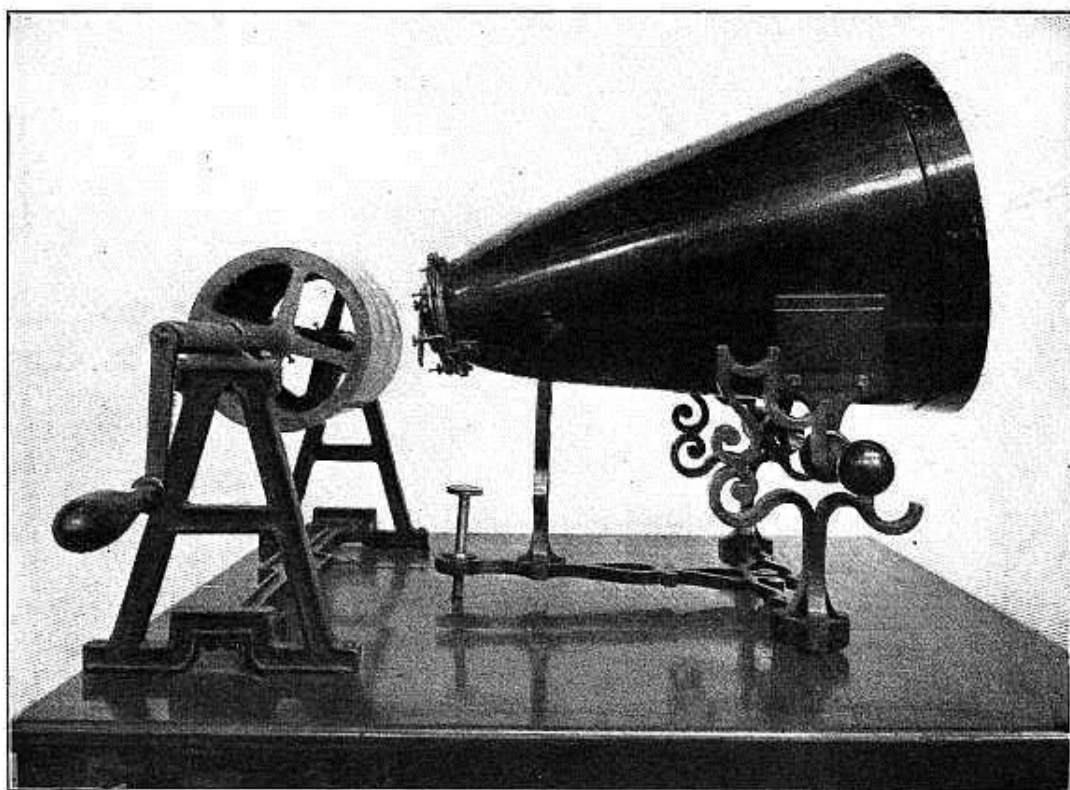


FIG. 72—THE PHONAUTOGRAPH, A FORERUNNER OF THE PHONOGRAPH

ФОНОАВТОГРАФ, ПРЕДШЕСТВЕННИК ФОНОГРАФА

РИС. 72 –

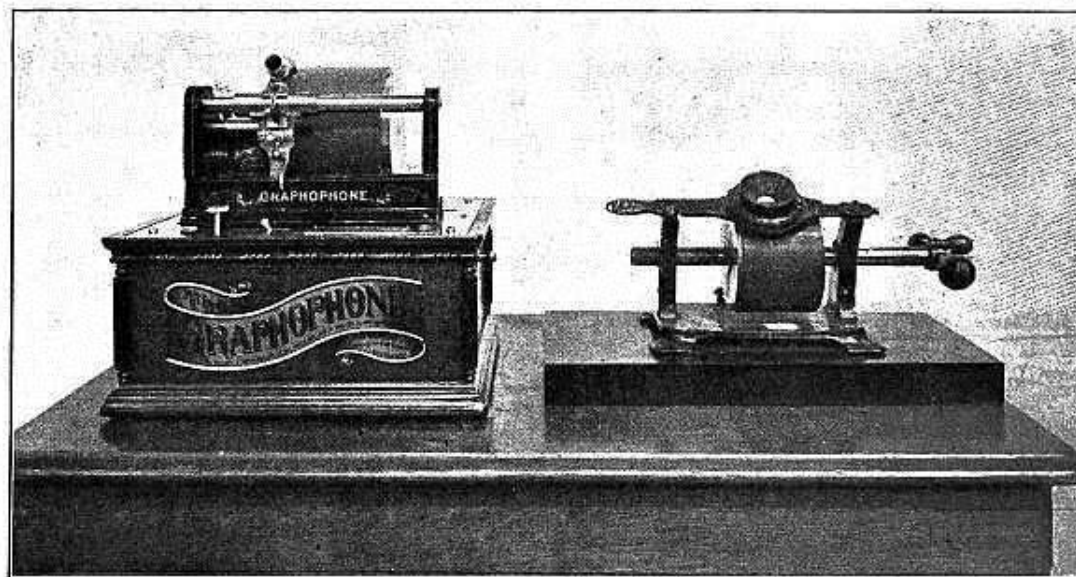


FIG. 73—EDISON'S FIRST PHONOGRAPH AND A MODERN INSTRUMENT

ФОНОГРАФ ЭДИСОНА И СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТ

РИС. 73 ПЕРВЫЙ

Фото Клоди.

Газовые двигатели

Пушки - старейшие газовые двигатели. Действительно, принцип работы пушки тот же, что и у современного газового двигателя, поршень в двигателе заменяет пушечное ядро. Мощность в каждом случае получается взрывом — в пушке взрыв пороха, в двигателе взрыв смеси воздуха и газа. Пороховые двигатели с поршнями были предложены в семнадцатом веке, и некоторые из них действительно были построены, но управлять ими оказалось слишком сложно, и от идеи газового двигателя отказались более чем на сто лет.

Открытие угольного газа в конце восемнадцатого века дало новый импульс газовым двигателям. Англичанин Джон Барбер сконструировал первый настоящий газовый двигатель. Он использовал газ, получаемый из древесины, угля или нефти. Газ, смешанный с соответствующим количеством воздуха, был введен в резервуар, который он назвал взрывателем. Смесь обжигалась и выпускалась непрерывным потоком пламени на лопасти гребного колеса, вращая их с большой силой.

В 1804 году был убит французский инженер Лебон, и прогресс газового двигателя был отброшен на несколько лет назад, поскольку этот инженер предложил сжимать смесь газа и воздуха перед запуском и воспламенять смесь электрической искрой. Этот метод используется в газовых двигателях и сегодня.

Первый практически работающий газовый двигатель был изобретен французом Ленуаром в 1860 году. С этого времени и до конца столетия газовый двигатель быстро развивался, получая новый импульс от растущего спроса на автомобили.

Двигатель немецких изобретателей Отто и Лангена, выпущенный в 1876 году, ознаменовал начало новой эры. Большое количество двигателей, используемых в автомобилях сегодня, относятся к типу, известному как цикл Отто, или четырехтактный двигатель. Этот двигатель называется четырехтактным, потому что поршень совершает четыре хода за каждый взрыв. Существует один такт для подачи смеси газа и воздуха в цилиндр, другой для сжатия газа и воздуха, в начале третьего такта происходит взрыв, а на четвертом такте сгоревшие газы вытесняются из цилиндра. Принцип работы четырехтактного газового двигателя наглядно показан на рис. 74, 75, 76 и 77.

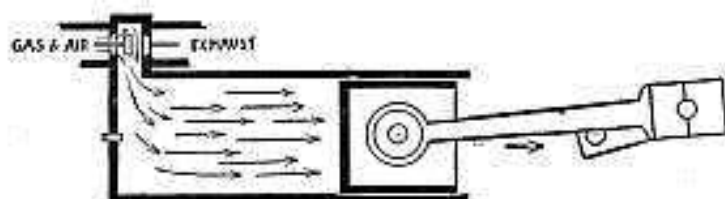


FIG. 74—FIRST STROKE. GAS AND AIR ADMITTED TO THE CYLINDER

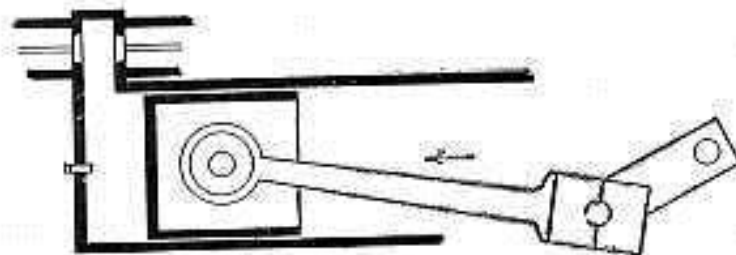


FIG. 75—SECOND STROKE. MIXTURE OF GAS AND AIR COMPRESSED

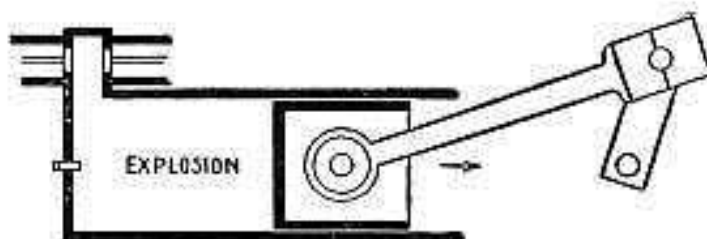


FIG. 76—THIRD STROKE. THE MIXTURE IS EXPLODED AND EXPANDS, DRIVING THE PISTON FORWARD

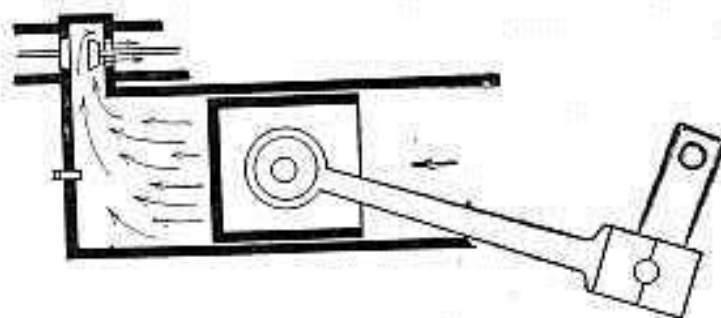


FIG. 77—FOURTH STROKE, EXHAUST. THE BURNED-OUT MIXTURE OF GAS AND AIR EXPELLED FROM THE CYLINDER

THE FOUR-CYCLE GAS-ENGINE

РИС. 74—ПЕРВЫЙ

ШТРИХ. ГАЗ И ВОЗДУХ, ПОСТУПАЮЩИЕ В ЦИЛИНДР

РИС. 75—ВТОРОЙ ТАКТ. СМЕСЬ СЖАТОГО ГАЗА И ВОЗДУХА

РИС. 76—ТРЕТИЙ ТАКТ. СМЕСЬ ВЗРЫВАЕТСЯ И РАСШИРЯЕТСЯ, ПРОДВИГАЯ ПОРШЕНЬ ВПЕРЕД

РИС. 77—ЧЕТВЕРТЫЙ ТАКТ, ВЫПУСК. СГОРЕВШАЯ СМЕСЬ ГАЗА И ВОЗДУХА ВЫБРАСЫВАЕТСЯ ИЗ БАЛЛОНА

ЧЕТЫРЕХТАКТНЫЙ ГАЗОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

В таком газовом двигателе мощность подается на поршень только за один такт из каждых четырех, в то время как в паровом двигателе мощность подается за каждый такт. Таким образом, может показаться, что паровой двигатель будет выполнять больше работы, чем газовый двигатель, при том же количестве тепла, но это не так; фактически, хороший газовый двигатель будет выполнять примерно в два раза больше работы, чем хороший паровой двигатель, при том же количестве топлива. Причина в том, что паровая машина впустую расходует свое тепло. Тепло отдается конденсатору, чугуну котла, соединительным трубам и воздуху вокруг них, в то время как в газовом двигателе тепло вырабатывается в цилиндре за счет взрыва и мощности, подаваемой непосредственно на головку поршня. Более того, паровая машина в состоянии покоя тратит тепло впустую; под котлом должен быть разведен огонь, если двигатель должен быть готов к работе в кратчайшие сроки. Когда газовый двигатель находится в состоянии покоя, пожара нет, ничего не расходуется, и все же двигатель можно запустить очень быстро. Газовый двигатель можно сделать намного легче парового при той же лошадиной силе. Для автомобиля и летательного аппарата требуются очень легкие двигатели. Без газового двигателя автомобиль оставался бы несовершенным и примитивным, в то время как летательный аппарат был бы невозможен.

В двухтактном газовом двигателе происходит взрыв на каждые два хода поршня или один взрыв на каждый оборот коленчатого вала. Во время одного хода смесь газа и воздуха на одной стороне поршня сжимается, и новая смесь поступает на противоположную сторону поршня. В конце этого хода сжатая смесь взрывается, и мощность подается на поршень примерно в течение одной четвертой части следующего хода. В течение оставшейся части второго такта сгоревший газ выходит наружу, и свежая смесь переходит с одной стороны поршня на другую, готовая к сжатию. Двухтактный двигатель проще по конструкции, чем четырехтактный, и не имеет клапанов. Он также имеет меньший вес в расчете на лошадиную силу. Цилиндр двухтактного двигателя показан на рис. 78.

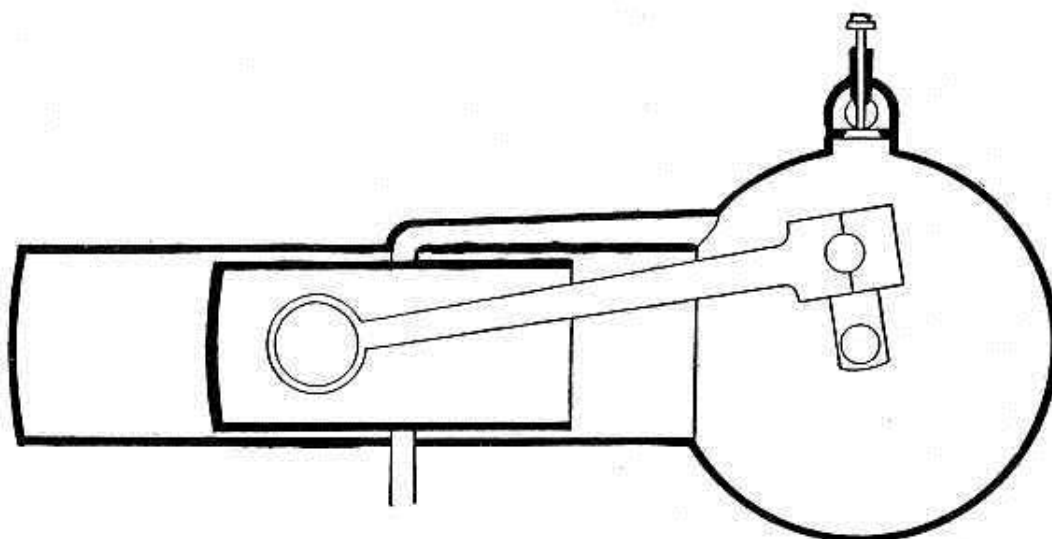


FIG. 78—TWO-CYCLE GAS-ENGINE. CRANK AND CONNECTING-ROD ARE ENCLOSED WITH THE PISTON

РИС. 78—

ДВУХТАКТНЫЙ ГАЗОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ. КРИВОШИП И ШАТУН ЗАКЛЮЧЕНЫ В ПОРШЕНЬ

Паровая машина работает самостоятельно. Инженеру нужно только направить пар в цилиндр, но газовый двигатель необходимо вращать до тех пор, пока не произойдет хотя бы один взрыв, поскольку до тех пор, пока в цилиндре не произойдет взрыв газа и воздуха, энергия не поступит.

Газовый двигатель может иметь несколько цилиндров. Распространены четырехцилиндровые и шестицилиндровые двигатели. В четырехцилиндровом четырехтактном двигателе, в то время как один цилиндр находится на такте включения, следующий - на такте сжатия, третий - на такте впуска и четвертый - на такте выпуска. На рис. 79 показан "взрывной багги" Селдена, приводимый в движение газовым двигателем. Эта машина была предшественницей современного автомобиля.

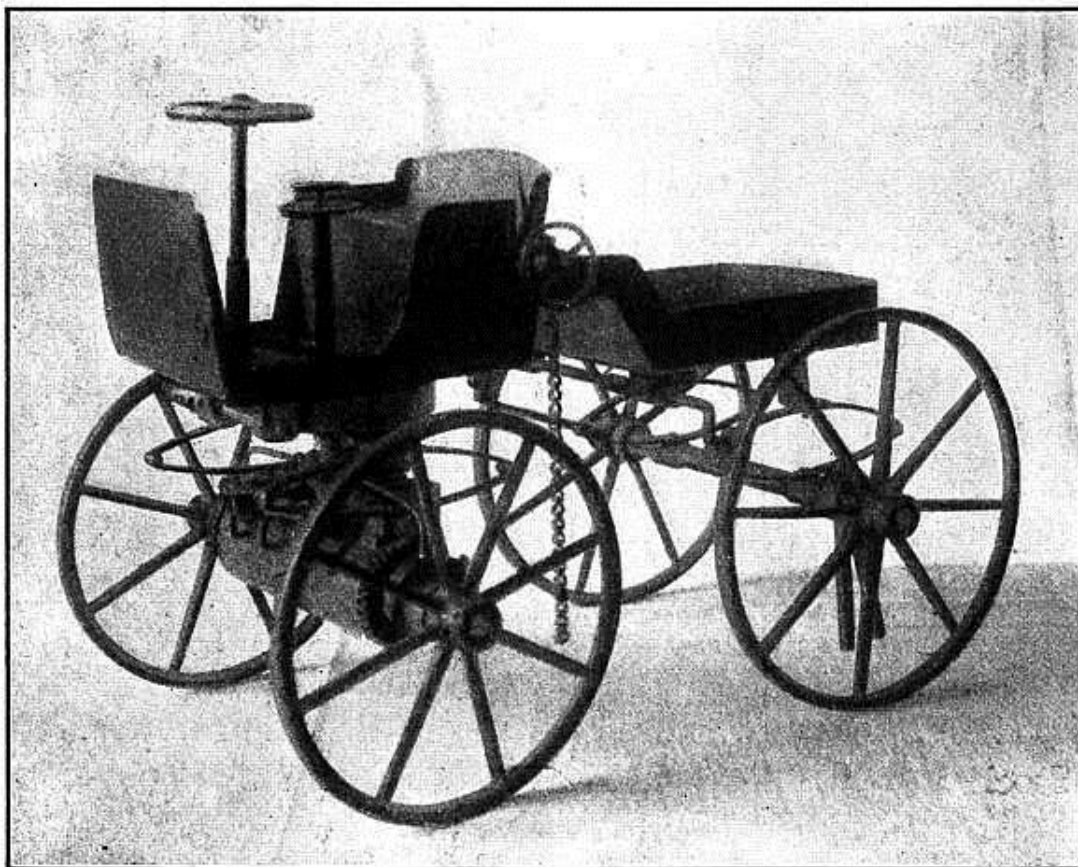


FIG. 79—SELDEN "EXPLOSION BUGGY." FORERUNNER OF THE MODERN AUTOMOBILE

РИС. 79 –СЕЛДЕН

"ВЗРЫВООПАСНЫЙ БАГГИ". ПРЕДШЕСТВЕННИК СОВРЕМЕННОГО АВТОМОБИЛЯ

Паровоз

В конце восемнадцатого века озорной мальчишка налил немного воды в ружейный ствол, набил плотный пыж и сунул ствол в огонь кузнечного горна. Комок был выброшен с громким хлопком, и товарищ мальчика по играм, Оливер Эванс, подумал, что открыл в себе новую силу. Шутка со стволом пистолета заставила юного Эванса задуматься о силе пара. Вскоре он прочитал описание двигателя Ньюкомена. Как вы помните, в двигателе Ньюкомена вес поднимался за счет давления воздуха, а не пара. Вскоре Эванс приступил к созданию двигателя, в котором работу должно было выполнять давление пара. Иногда его называют "Уоттом Америки", потому что он проделал в Америке почти ту же работу, что Уотт проделал в Шотландии. Эванс построил первый успешный двигатель без конденсации, то есть двигатель, в котором пар после приведения в движение поршня выходит в воздух, а не в конденсатор. Двигатель без конденсации сделал возможным создание локомотива, поскольку локомотив не мог удобно перевозить конденсатор. Эванс создал локомотив, который двигался очень медленно. Однако он сказал: "Придет время, когда люди будут путешествовать этапами, перемещаемыми паровыми машинами, из одного города в другой, почти со скоростью полета птиц, пятнадцать-двадцать миль в час".

Изобретателем, создавшим первый успешный локомотив, был Джордж Стивенсон, и стоит отметить, что один из его двигателей, "Ракета", обладал всеми элементами современного локомотива. Он объединил в "Ракете" трубчатый котел, принудительную тягу и прямое соединение штока поршня с шатуном ведущего колеса.

"Ракета" использовалась на первой паровой железной дороге (Стоктон и Дарлингтон, Англия), которая была открыта в 1825 году. Были и другие железные дороги для перевозки угля с помощью лошадей по железным рельсам, и другие локомотивы, которые ездили по обычной дороге; но это была первая дорога, по которой паровой двигатель тащил груз по железным рельсам, первая настоящая железная дорога. На рис. 80 показаны "Ракета" и два других ранних локомотива.

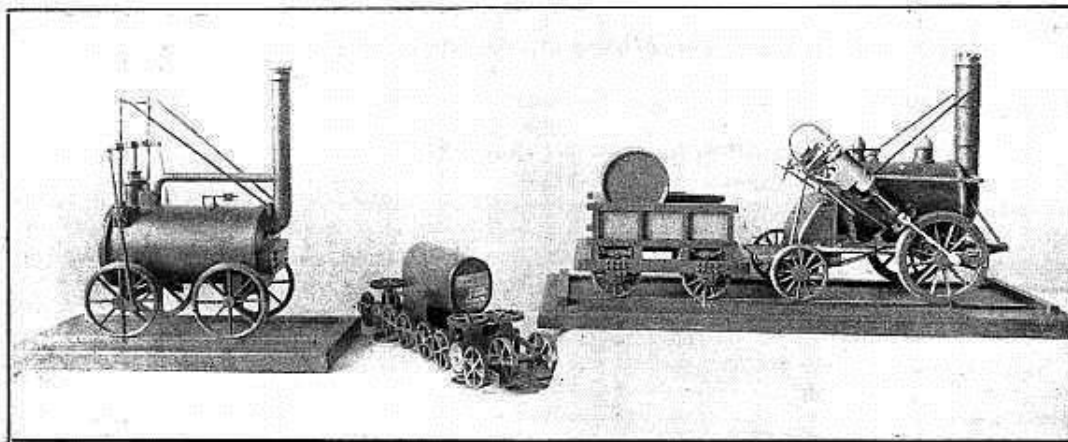


FIG. 80—SOME EARLY LOCOMOTIVES

РИС. 80 –

НЕКОТОРЫЕ РАННИЕ ЛОКОМОТИВЫ

Та, что справа, - "Ракета" Стивенсона.

Фото Клоди.

Чтобы построить железную дорогу между Ливерпулем и Манчестером для перевозки как пассажиров, так и грузов, необходимо было заручиться актом парламента. Стивенсон был вынужден подвергнуться суровому перекрестному допросу со стороны парламентского комитета, который опасался, что возникнет большая опасность, если скорость поездов будет достигать двенадцати миль в час. Его спросили:

- Вы видели железную дорогу, которая выдерживала бы скорость двенадцать миль в час?

-Да.

-Где? -спросила.

- Любая железная дорога, которая выдержит движение со скоростью четыре мили в час. Я хочу сказать, что если бы он выдерживал нагрузку со скоростью четыре мили в час, то выдержал бы ее и со скоростью двенадцать.

- Вы хотите сказать, что для перевозки того же груза со скоростью двенадцать миль в час не потребовалась бы более прочная железная дорога?

"Я дам ответ на этот вопрос. Я осмелюсь сказать, что каждый человек проходил по льду во время катания на коньках или видел, как люди падают, и они знают, что это лучше перенесет их при большей скорости, чем если бы они двигались медленнее; когда они движутся быстро, вес в какой-то мере уменьшается".

"Разве это не означает, что дорога должна быть идеальной?"

- Так и было бы, и я намерен сделать это идеально.

На протяжении семи миль дорога должна быть проложена по торфяному болоту, в которое камень погрузился бы на неизвестную глубину. Однако убедить комитет и добиться принятия парламентского акта было сложнее, чем построить дорогу. Но Стивенсон был одним из тех людей, которые делают что-то, потому что никогда не сдаются, и дорога была построена.

Как работает локомотив

Чтобы понять, как работает локомотив, давайте рассмотрим, как вырабатывается пар, как он воздействует на поршень и как им управляют. Пар в локомотиве вырабатывается точно таким же образом, как пар в чайнике. Теперь все знают, что литр воды в чайнике с широким дном, поставленном на плиту, закипит быстрее, чем такое же количество воды в чайнике с узким дном. Чем больше поверхность нагрева, то есть чем больше поверхность нагретого металла, контактирующего с водой, тем быстрее вода будет закипать и тем быстрее можно будет производить пар. В локомотиве цель состоит в том, чтобы использовать как можно большую поверхность нагрева. Это достигается за счет двойной топки и обеспечения циркуляции воды в пространстве между внутренней и внешней частями, за исключением нижней; также за счет размещения в котле труб, через которые должны проходить нагретые газы и дым от огня. Обычный локомотив содержит двести или более таких труб. Вода окружает эти трубы и, следовательно, соприкасается с очень большой поверхностью нагретого металла. В некоторых двигателях вода находится в трубках, а нагретые газы окружают трубки.

Пар, поступающий в цилиндр, должен быть сухим, то есть в нем не должно быть капель воды. Это достигается путем пропускания пара из котла в купол над котлом. Здесь пар, который является почти сухим, поступает в паропровод, ведущий к цилиндру (рис. 81). Пар поступает в цилиндр с помощью золотникового клапана. Из схемы легко видно, что клапан пропускает пар сначала с одной стороны поршня, затем с другой. Также видно, что клапан закрывает впускное отверстие и, таким образом, отсекает подачу пара до того, как поршень совершит полный ход. Запертый в цилиндре пар продолжает расширяться и воздействовать на поршень. В то же время клапан открывает выпускное отверстие, позволяя пару выходить с другой стороны поршня; но он закрывает это отверстие до того, как поршень полностью завершит ход. Закрытое таким образом небольшое количество пара действует как подушка, предотвращающая удар поршня о торцевую часть цилиндра со слишком большой силой. Отработанный пар выходит через вытяжную трубу в дымоход, прогоняет воздух перед собой по дымоходу и, таким образом, создает большую тягу воздуха через топку. Это называется принудительной тягой. Выход выхлопного пара вызывает пыхтение локомотива сразу после запуска. После запуска двигателя инженер частично отключает подачу пара с помощью рычага заднего хода, и пыхтение становится менее заметным.

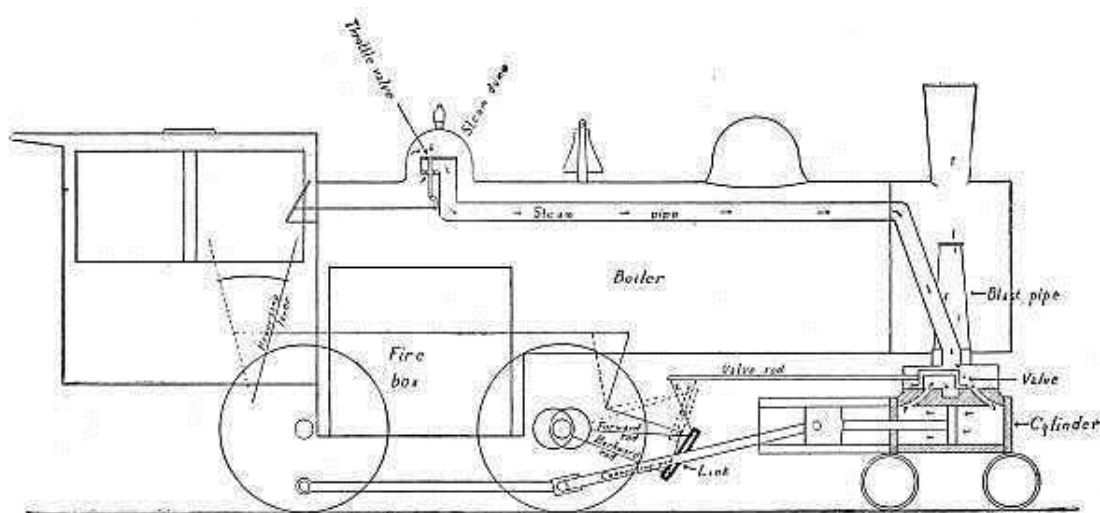


FIG. 81—HOW A LOCOMOTIVE WORKS

РИС. 81–

ПРИНЦИП РАБОТЫ ЛОКОМОТИВА

Стрелки показывают направление движения пара.

Действие steam можно резюмировать следующим образом:

1. Пар, поступающий в цилиндр (впуск).
2. Клапан закрывает впускное отверстие (отсечку).
3. Пар, запертый в цилиндре, расширяется, воздействуя на поршень (период расширения).
4. Клапан открывает выпускное отверстие для выхода отработанного пара (выхлоп).

Устройствами для регулирования подачи пара являются дроссельный клапан и клапанный механизм. Дроссельный клапан находится на входе в паропровод в паровом куполе. Этот клапан открывается и закрывается с помощью штока в кабине машиниста.

Клапанный механизм шарнирного соединения Стивенсона используется на большинстве локомотивов. Передний шток на схеме находится в положении, позволяющем воздействовать на шток клапана через рычаг *L*. Предположим, что рычаг заднего хода отведен назад до пунктирной линии; тогда передний шток будет поднят, а задний шток займет положение, позволяющее воздействовать на рычаг *L*. Если это делается во время остановки локомотива, клапан перемещается на половину полного хода. На схеме пар поступает в цилиндр справа от поршня. После этого движения клапана пар поступал бы с левой стороны поршня. В текущем положении локомотив двигался бы вперед, но если клапан изменить таким образом, чтобы пропускать пар слева от поршня, в то время как шатун находится в показанном положении, то двигатель будет двигаться назад. Таким образом, направлением движения может управлять инженер в кабине. Конечно, это можно делать во время работы двигателя. Передняя и задняя тяги перемещаются с помощью эксцентрика, установленного на оси переднего ведущего колеса. Два эксцентрика расположены на оси в противоположных положениях. Эксцентрик действует точно так же, как кривошип, заставляя шток двигаться вперед и назад при вращении оси, и, конечно же, это движение передается штоку клапана через рычаг. Когда звено

установлено посередине между прямым и обратным штоком, клапан не может двигаться. Когда рычаг частично поднят или опущен, клапан совершает короткий ход, и в цилиндр поступает меньше пара, чем при полном ходе. При запуске локомотива клапан устанавливается на полный ход. Когда поезд движется, клапан устанавливается на короткий ход для экономии пара. Клапанный механизм и дроссельная заслонка вместе заменяют регулятор в стационарном двигателе, но пока регулятор действует автоматически, ими управляет инженер.

На самом деле локомотив - это два двигателя, по одному с каждой стороны, соединенных с одними и теми же ведущими колесами. Но два поршневых штока соединены с ведущими колесами в точках, расположенных под прямым углом друг к другу, так что, когда кривошип с одной стороны находится в конце хода - "мертвой точке", - кривошип с другой стороны находится на четверти, либо выше, либо ниже оси, готовый к приложению наибольшего усилия поворота.

Расширительный двигатель был разработан таким образом, чтобы использовать большую мощность пара, чем это возможно в одноцилиндровом двигателе. В двигателе двойного расширения пар переходит из одного цилиндра в другой. Второй цилиндр должен быть больше по диаметру, чем первый. В двигателе тройного расширения пар расширяется из второго цилиндра в третий, еще большего размера. Второй и третий цилиндры потребляют большую часть мощности, которая была бы потрачена впустую только с одним цилиндром.

Турбина

Одним из величайших изобретений, относящихся к паровой энергетике, является паровая турбина. Водяная турбина не менее полезна и в отношении водной энергетики. Водяная и паровая турбины работают практически одинаково, разница заключается в том, что пар расширяется при приведении в действие двигателя, в то время как вода приводит в движение его своим весом при падении или своим движением, когда он устремляется быстрым потоком или струей на лопасти турбины.

Первая паровая машина, созданная Геро во времена Архимеда, имела форму турбины (рис. 82). Он приводился в действие реакцией пара, выходящего в воздух. Обычный разбрызгиватель для газонов, который вращается, когда вода проходит через него, представляет собой водяную турбину, работающую аналогичным образом. "Мельница Баркера" - это название, применяемое к водяной турбине, которая работает подобно разбрызгивателю для полива газонов. Когда вода вырывается из отверстия, она выталкивает воздух. Он не может отталкиваться от воздуха, не отталкиваясь при этом назад. Никогда еще ни один человек или объект в природе не мог отталкиваться только в одном направлении. Это невозможно. Если вы толкаете тележку вперед, вы одновременно отталкиваетесь от земли. Если бы вам нечем было отталкиваться, ваш толчок вперед не сдвинул бы тележку ни на йоту. Если вы сомневаетесь в этом, попробуйте толкать тележку, когда вы стоите на таком скользком льду, что не можете опереться на ногу. Вращение машины происходит за счет обратного толчка воды в разбрызгивателе для газона и обратного толчка пара в двигателе Геро.

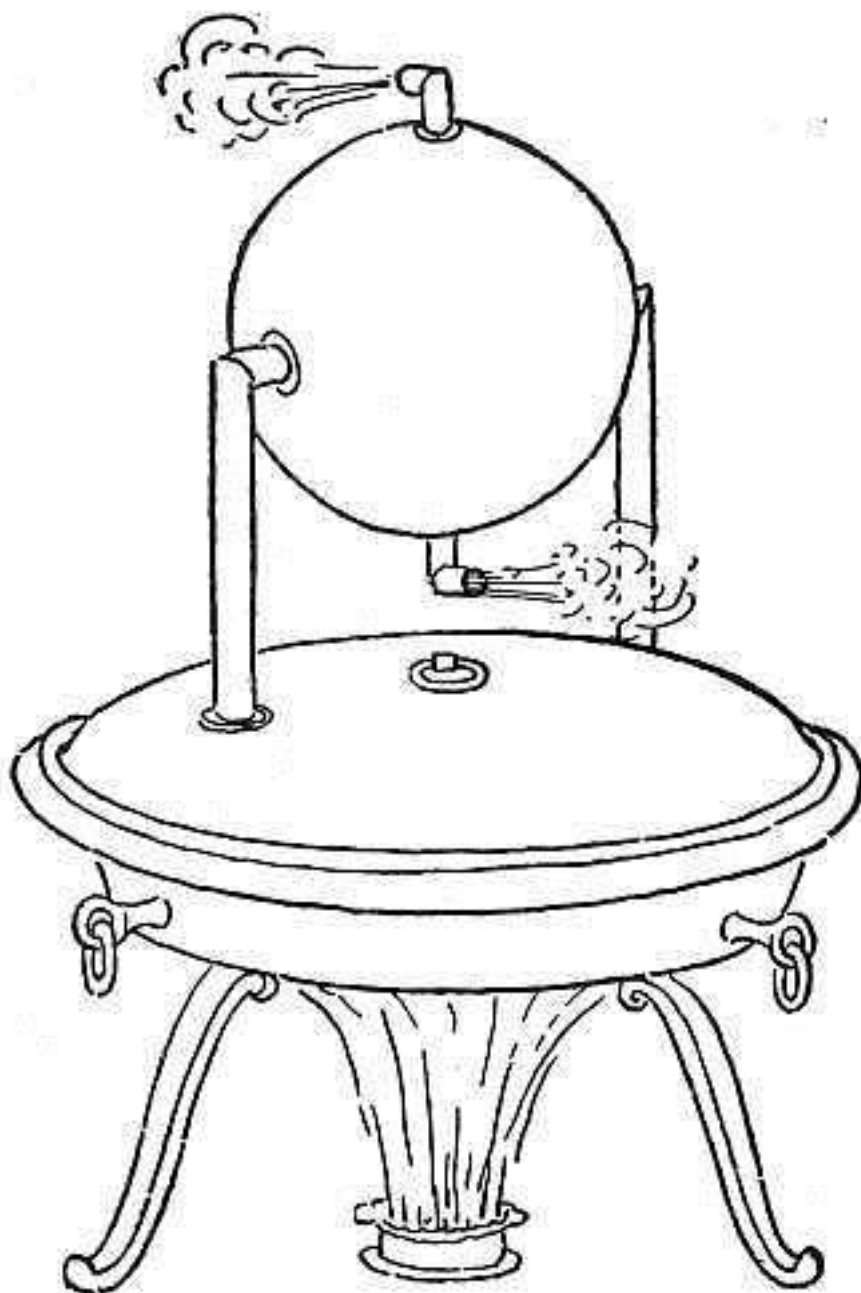


FIG. 82—HERO'S ENGINE

РИС. 82—ДВИГАТЕЛЬ ГЕРОЯ

Турбины, которые обычно используются как для подачи воды, так и для подачи пара, имеют изогнутые лопасти. Причину изгиба лопастей лучше всего понять, обратившись к ранней форме водяного колеса. Лучшая водяная турбина - это всего лишь усовершенствованная форма водяного колеса. Первые водяные колеса имели плоские лопасти, и они работали очень хорошо, пока требовалась только малая мощность и не было необходимости экономить энергию воды. Однако было обнаружено, что колесо с плоскими лопастями приводит к большой трате мощности. Один изобретатель предложил усовершенствовать колесо, изогнув лопасти

таким образом, чтобы вода скользила вверх по кривой, а затем падала прямо вниз (рис. 83). После этого вода отдает колесу практически всю свою энергию и стекает с колеса. У нее не хватило бы энергии, чтобы привести в движение второе колесо. Таким образом, он использовал практически всю силу воды. Для экономии энергии воды за счет того, что вся вода попадает на колесо на высокой скорости, канал был сужен прямо над колесом, образуя мельничную дорожку. Это относится к колесу с недостаточной скоростью. В колесе overshot (рис. 84) мощность зависит от веса воды и от ее высоты. Вода стекает в ведра, прикрепленные к колесу, и, попадая в эти ведра, вращает колесо. Нижнее колесо и обойма мельницы представляют собой распространенную форму турбины, в которой пар или вода нагнетается струей на набор изогнутых лопастей. На рис. 85 показана паровая турбина, приводимая в действие струей пара. В водяной турбине имеется два набора лопастей. Один набор вращается, другой остается неподвижным. Неподвижные лопасти используются для поворота воды и направления ее в нужном направлении против движущихся лопастей. В некоторых типах турбин имеется более двух наборов лопастей. Проходя через пар, он отдает часть своей мощности каждому набору лопастей до тех пор, пока после прохождения последнего набора он не отдаст почти всю свою мощность. Действие пара в этой турбине чем-то похоже на действие расширительного двигателя, в котором пар отдает часть своей мощности в каждом цилиндре. На рис. 86 приведена фотография современной паровой турбины, а на рис. 87 - чертеж той же турбины, показывающий направление потока пара. На рис. 88 показана турбина, приводящая в действие большую динамо-машину.

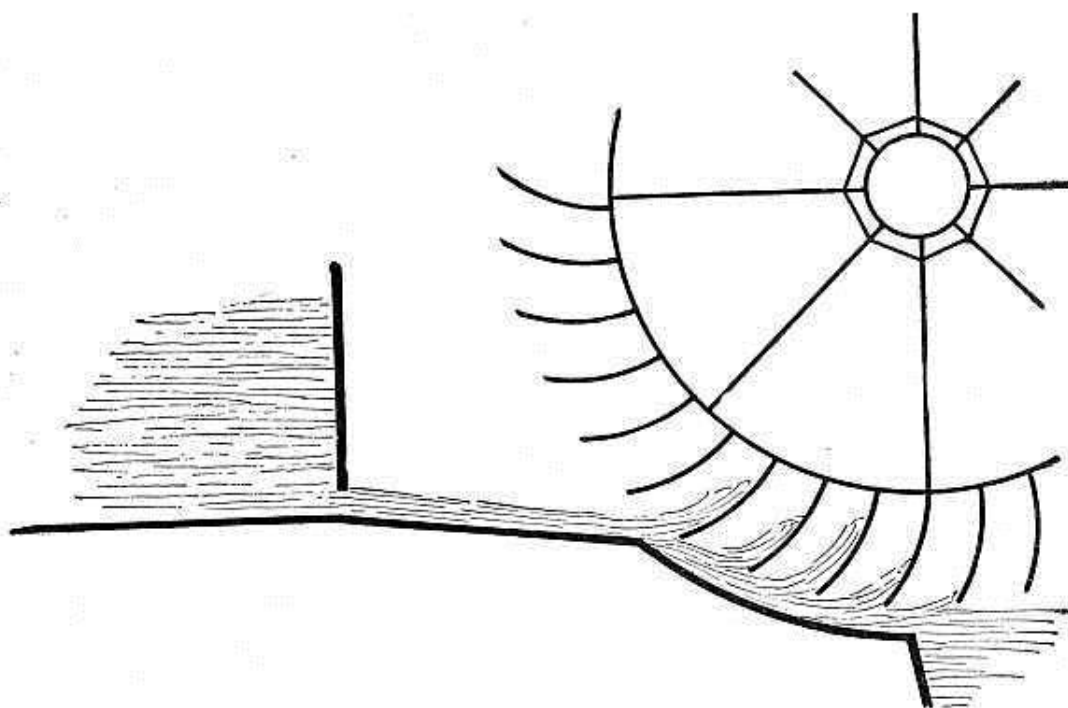


FIG. 83—AN UNDERSHOT WATER-WHEEL WITH CURVED BLADES

РИС. 83—

ВОДЯНОЕ КОЛЕСО С ЗАГНУТЫМИ ЛОПАСТЯМИ

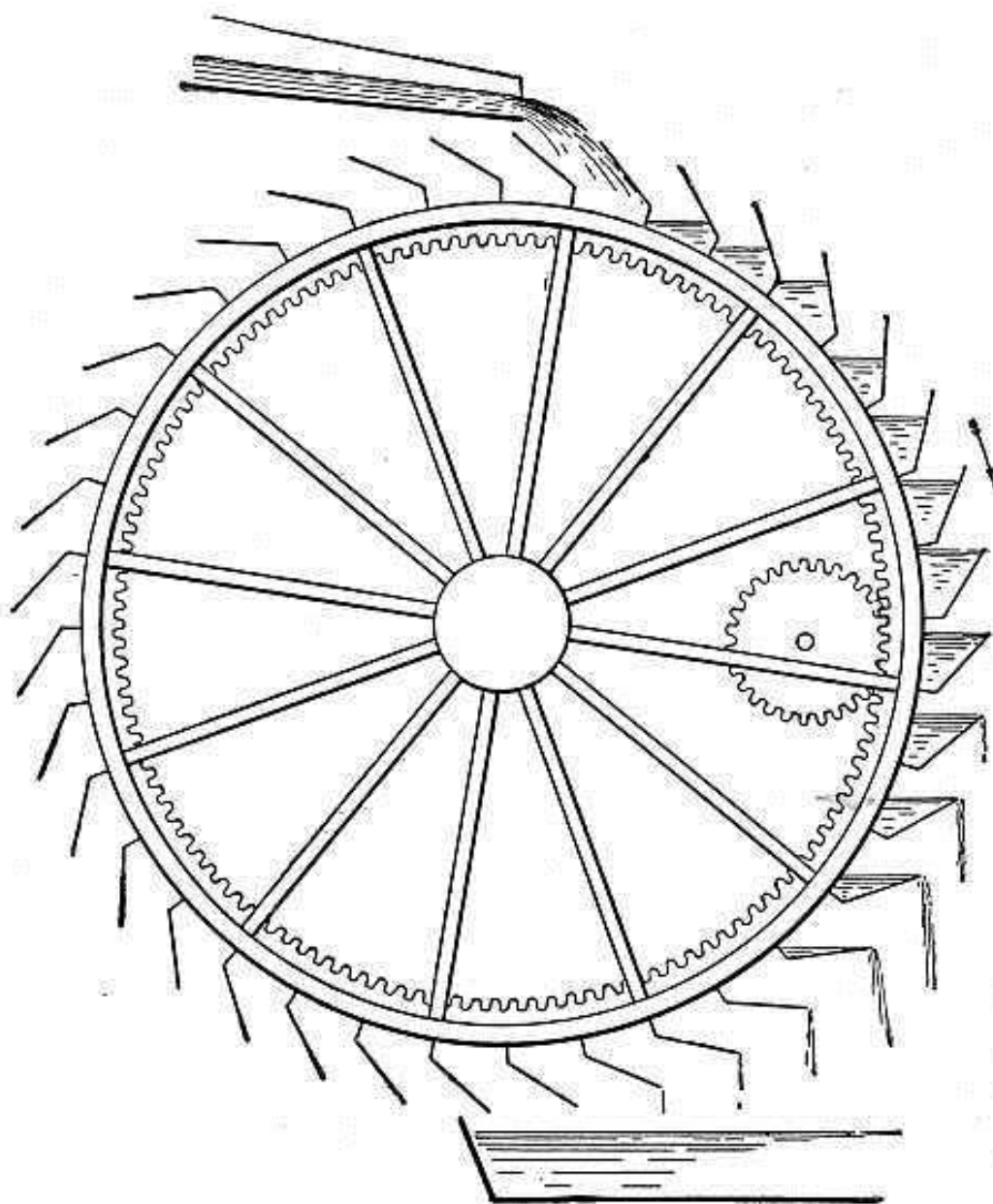


FIG. 84—AN OVERSHOT WATER-WHEEL

ПЕРЕВЕРНУТОЕ ВОДЯНОЕ КОЛЕСО

РИС. 84—

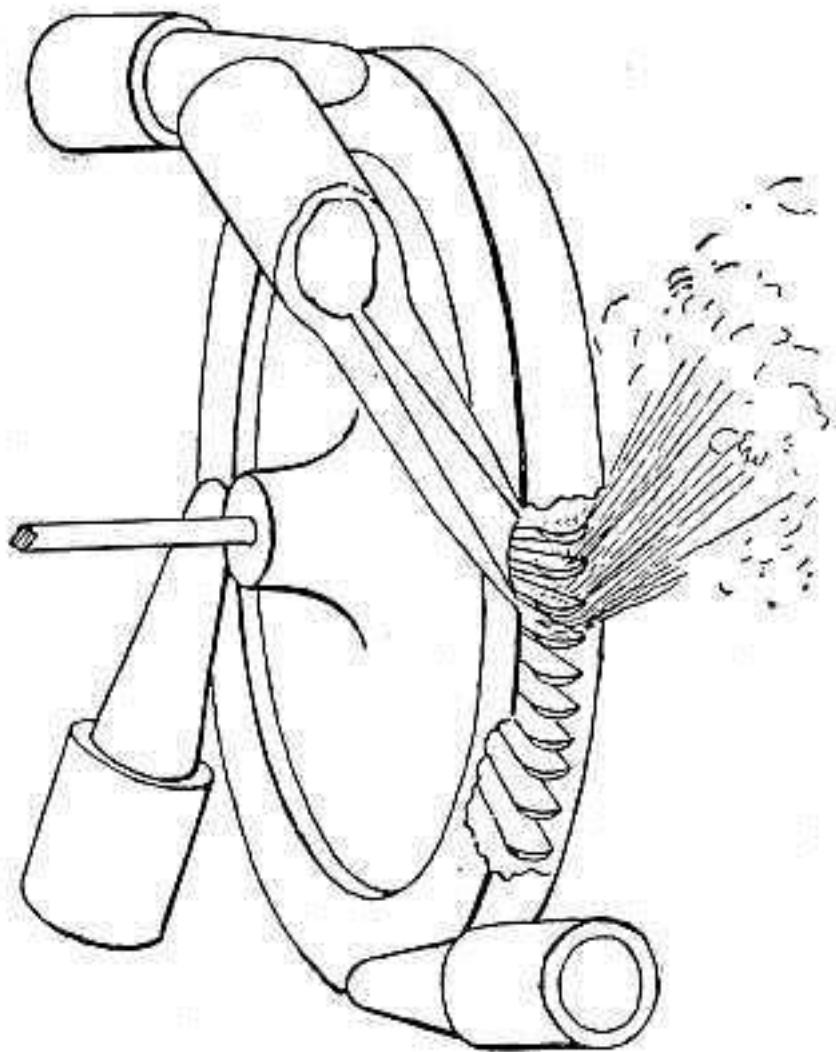


FIG. 85—DE LAVAL STEAM-TURBINE

ЛАВАЛЯ

РИС. 85—ПАРОВАЯ ТУРБИНА ДЕ

Приводится в движение струей пара, ударяющейся о лопасти.

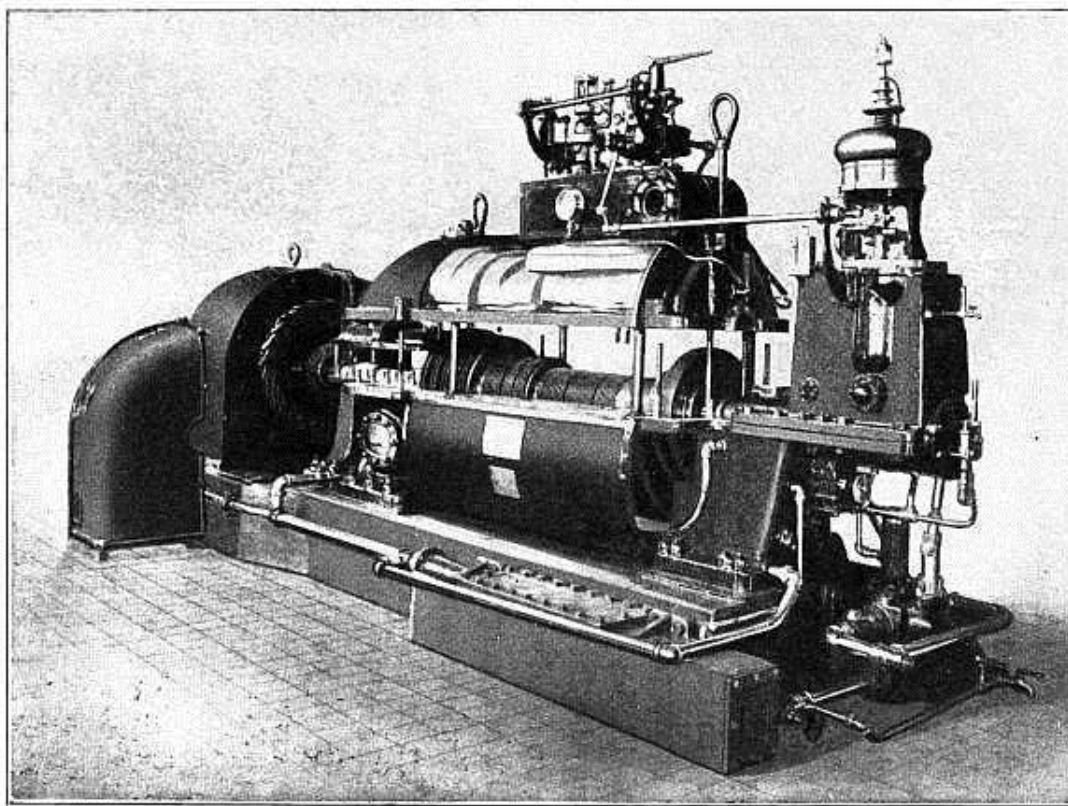


FIG. 86—A MODERN STEAM-TURBINE WITH TOP CASING RAISED SHOWING BLADES

РИС. 86—
СОВРЕМЕННАЯ ПАРОВАЯ ТУРБИНА С ПОДНЯТЫМ ВЕРХНИМ КОРПУСОМ, ДЕМОНИСТРИРУЮЩИМ
ЛОПАСТИ

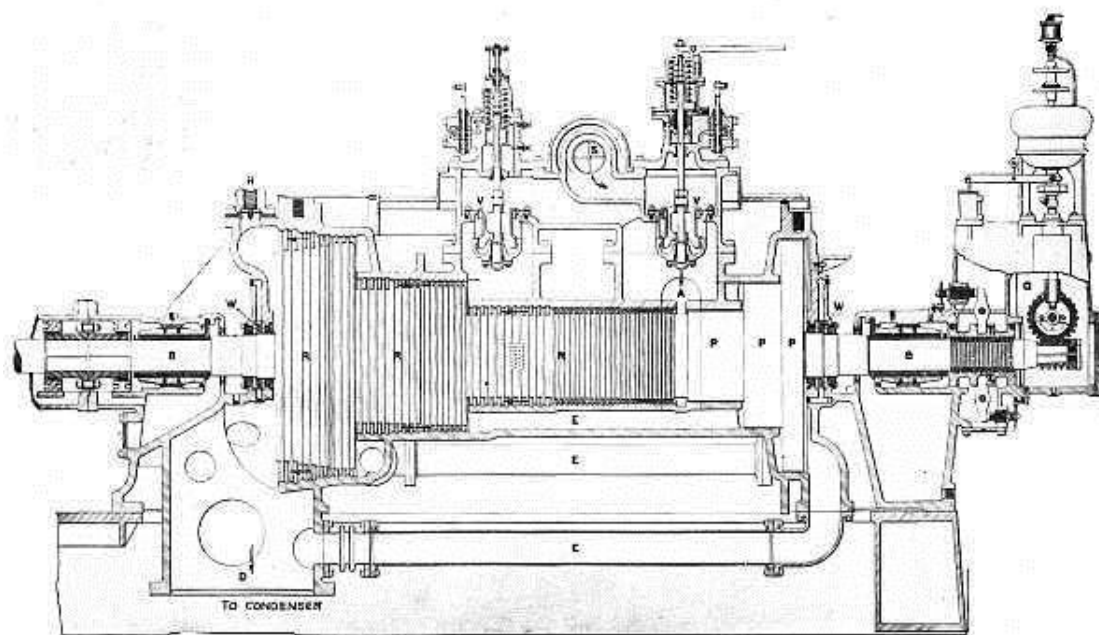


FIG. 87—DIAGRAM OF TURBINE SHOWN IN FIG. 86

РИС. 87—СХЕМА
ТУРБИНЫ, ПОКАЗАННАЯ НА РИС. 86

Стрелки показывают направление движения пара.

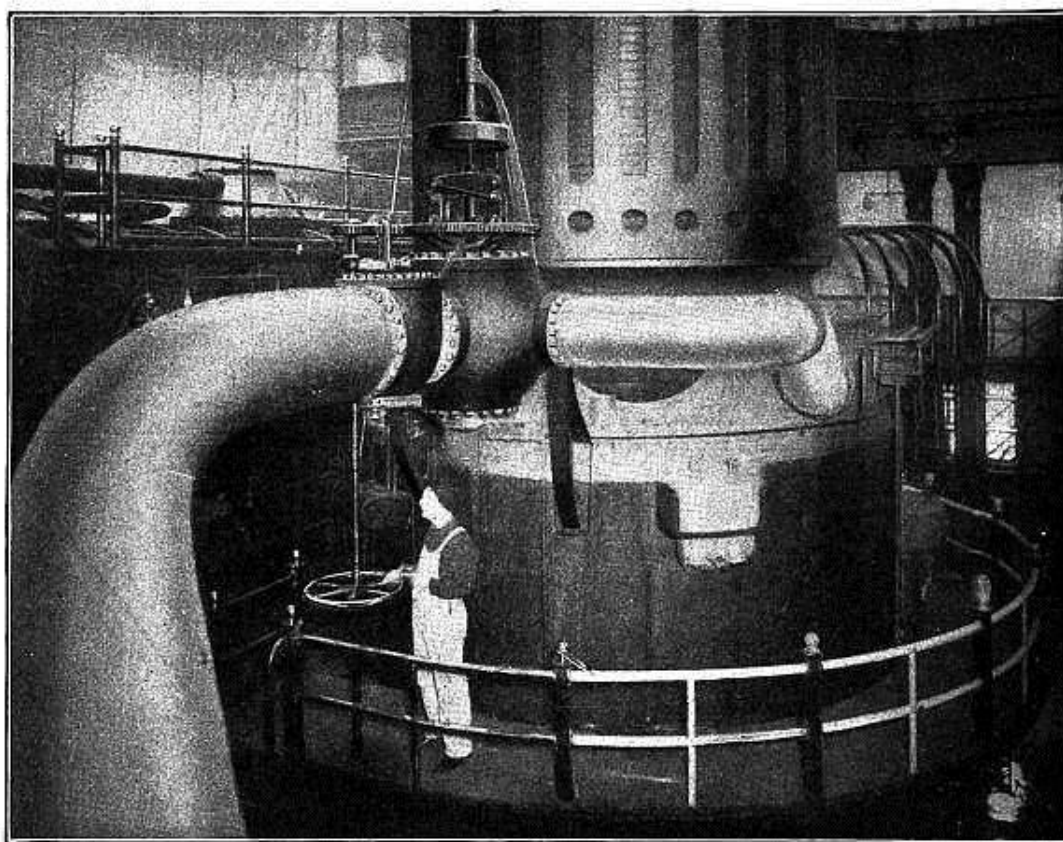


FIG. 88—A STEAM-TURBINE THAT RUNS A DYNAMO GENERATING 14,000 ELECTRICAL HORSE-POWER

РИС. 88—

ПАРОВАЯТУРБИНА, ПРИВОДЯЩАЯ В ДЕЙСТВИЕ ДИНАМО-МАШИНУ, ВЫРАБАТЫВАЮЩУЮ 14 000 ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЛОШАДИНЫХСИЛ

Пар поступает через большую трубу слева.

В 1897 году, когда боевые корабли британского флота собрались, чтобы отпраздновать Бриллиантовый юбилей королевы Виктории, маленькое суденышко длиной в сто футов сновало туда-сюда среди гигантских кораблей, бросало вызов патрульным катерам, в обязанности которых входило не пускать незваных гостей, и мчалось вдоль строя боевых кораблей с неслыханной по тем временам скоростью тридцать пять узлов в час. Это была *Turbinia*, оснащенная турбиной Parsons. Это событие положило начало современной турбине. Это также положило начало революции в области паровых двигателей.

В турбине Parsons не используется струйный метод, но пар поступает ближе к центру колеса и течет к ободу, проходя через несколько рядов изогнутых лопастей. Турбина Parsons используется на самых быстрых океанских лайнерах. "*Лузитания*", один из самых быстрых пароходов первого десятилетия двадцатого века, оснащен двумя комплектами турбин высокого и низкого давления общей мощностью 68 000 лошадиных сил.

Ветряная мельница представляет собой форму турбины, приводимой в движение воздухом. Когда воздух ударяется о лопасти ветряной мельницы, он заставляет их вращаться. Если бы

ветряную мельницу приводила в движение какая-то механическая сила, она отгоняла бы воздух обратно, и у нас был бы вентилятор. Это то, что мы имеем в электрическом вентиляторе, маленькой ветряной мельнице, приводимой в движение электродвигателем, так что он приводит в движение воздух, а не приводится им самим. Лопasti ветряной мельницы и электрического вентилятора по форме очень похожи на гребной винт. Гребной винт, приводимый в движение двигателем, отгонял бы воду назад, если бы судно было прочно закреплено на якоре, точно так же, как вентилятор отгоняет воздух. Но он не может отогнать воду назад, одновременно не толкая судно вперед, и этот толчок вперед приводит судно в движение. Трудно достичь того, что сейчас считается высокой скоростью, одним винтом. При использовании парных двигателей и двух линий гребных валов можно использовать более высокую мощность. Поэтому лучшие пароходы оснащаются двухвинтовым гребным винтом. Некоторые большие пароварки имеют три, а некоторые и четыре винта.

Гребные винты турбинных пароходов сделаны небольшого диаметра, чтобы они могли вращаться с высокой скоростью без чрезмерной траты энергии. За счет использования турбинных двигателей и двухвинтовых пропеллеров вес оборудования был значительно снижен. Старые лопастные колеса с двигателями низкого давления развивали всего около двух лошадиных сил на каждую тонну техники. Турбина с двухвинтовым пропеллером развивает от шести до семи лошадиных сил на каждую тонну техники. Современный пароход со всеми его механизмами и углем для плавания по Атлантике весит не больше, чем двигатели старого гребного типа, а уголь весил бы при той же мощности в лошадиных силах. Паровая турбина и двухвинтовой гребной винт сделали возможными быстрые путешествия по океану.

Глава VI

МИРОВОЗЗРЕНИЕ ДВАДЦАТОГО ВЕКА

Мы видели, что вторая половина девятнадцатого века была временем изобретений. Это было время, когда великие открытия многих веков приносили плоды в виде великих изобретений. Некоторые ученые считали, что все великие открытия были сделаны и что все, что осталось, - это тщательная работа по применению великих принципов, которые были открыты. Это было настолько далеко от истины, что за последние десять лет девятнадцатого века были сделаны открытия, если это возможно, более поразительные, чем все предшествовавшие. Девятнадцатый век не только породил множество великих изобретений, но и передал двадцатому веку серию открытий, которые указывают путь к еще более великим изобретениям.

Воздушные корабли

Веками люди плыли по воде, отдавшись на милость ветра. Парусное судно беспомощно в шторм. В начале девятнадцатого века они научились использовать силу пара для океанских путешествий, и ветер перестал быть таким ужасным. В конце восемнадцатого века люди научились плавать по воздуху на воздушных шарах, в еще большей степени полагаясь на милость ветра, чем парусные суда в океане. Более ста лет спустя они научились управлять воздушными кораблями вопреки ветру. Девятнадцатый век ознаменовался господством на воде. Двадцатый - свидетель господства в воздухе.

Первое восхождение на воздушном шаре было совершено в 1783 году, когда двух мужчин пронесло над Парижем на том, что Бенджамин Франклин назвал "дымовым мешком". Воздушный шар представлял собой мешок из промасленного шелка, открытый снизу. В середине отверстия находилась решетка, в которой сжигались вязанки хвороста и снопы соломы. Нагретый воздух наполнял воздушный шар, и поскольку нагретый воздух был легче воздуха вокруг него, воздушный шар мог подниматься и нести груз. Под решеткой находилась плетеная тележка для мужчин. Их снабдили соломой и хворостом для разведения огня. Когда они хотели подняться повыше, они добавляли топливо, чтобы нагреть воздух в воздушном шаре. Когда они захотели спуститься, они погасили огонь, чтобы воздух в воздушном шаре остыл. Они не могли управлять воздушным шаром, но дрейфовали по ветру. Великий философ Бенджамин Франклин, видевший вознесение, сказал, что, возможно, придет время, когда воздушный шар можно будет заставить двигаться в безветрие и направлять по ветру. Во время второго подъема мешки с песком были взяты в качестве балласта, и машина была подвешена к сетке, которая окружала воздушный шар. При этом втором вознесении газообразный водород использовался вместо нагретого воздуха.

Самая большая высота, когда-либо достигнутая человеком, составляет около семи миль. Впервые этой высоты достигли в 1862 году два воздухоплавателя, которые чуть не погибли во время этого приключения. На высоте почти шести миль один из мужчин потерял сознание. Другой попытался потянуть за шнур клапана, чтобы позволить газу выйти наружу, но обнаружил, что шнур находится вне пределов его досягаемости. Его руки замерзли, но он выбрался из машины, ухватился за сетку воздушного шара, зажал шнур в зубах, вернулся к машине и перенес вес своего тела на шнур. Это открыло клапан, и баллон опустился.

Те, кто поднимается на большие высоты, теперь запасаются баллонами со сжатым кислородом. Затем, когда воздух становится настолько разреженным, что становится трудно дышать, они могут дышать из кислородных баллонов.

Захваченный воздушный шар на войне служит наблюдательной вышкой, с которой можно наблюдать за противником. Он соединен с землей тросом. Этот трос наматывается на барабан, который перевозится в тележке для баллонов. Баллон можно опускать или поднимать, наматывая или разматывая трос.

Противогаз иногда изготавливается из промасленного шелка, иногда из двух слоев хлопчатобумажной ткани с вулканизированной резиной между ними. Хлопчатобумажная ткань придает необходимую прочность, а резина делает мешок газонепроницаемым.

Наиболее удобным газом для наполнения воздушных шаров является нагретый воздух, но воздух быстро остывает и теряет свою подъемную силу. Иногда используется угольный газ, вырабатываемый городскими газовыми заводами. Этот газ поднимет около тридцати пяти фунтов на каждую тысячу кубических футов. Баллон, вмещающий тридцать пять тысяч кубических футов угольного газа, легко поднимет автомобиль и трех человек. Самый легкий газ - водород. Этот газ поднимет около семидесяти фунтов на каждую тысячу кубических футов. Водород образуется при воздействии серной кислоты и воды на железо. Если бросить кусочек железа в смесь серной кислоты и воды, через жидкость поднимутся пузырьки газообразного водорода. Этот газ воспламенится, если поднести к нему зажженную спичку.

Воздушный шар без двигателя или рулевого устройства не является воздушным кораблем. Его можно поднять, выбросив балласт, или опустить, выпустив газ, но дальше этого аэронавт не контролирует свои движения. Воздушный шар движется вместе с ветром. Ветер не ощущается, поскольку воздушный шар и воздух движутся вместе. Воздухоплавателю кажется, что воздушный шар находится в мертвом штиле. Только когда он замечает дома, деревья и реки, проносящиеся внизу, он понимает, что воздушный шар движется.

Если у воздушного шара есть двигатель, он может двигаться против ветра или обгонять его скорость. Воздушный шар с двигателем и рулевым устройством называется "дирижаблем", что означает воздушный шар, которым можно управлять. Фиг. 89 и 90 взяты с фотографий "дирижабля", используемого в британской армии. Такой воздушный шар обычно длинный и заостренный, как веретено или сигара. Он создан для рассекания воздуха, точно так же, как гребная лодка, созданная для скорости, длинная и заостренная, чтобы она могла рассекать воду. Пропеллер действует как электрический вентилятор. Электрический вентилятор гонит воздух перед собой, но воздух отталкивается от вентилятора точно так же, как вентилятор выталкивает воздух вперед, и если бы вентилятор был подвешен на длинном шнуре, он двигался бы назад. Таким образом, большой вентилятор или винтовой пропеллер на воздушном корабле гонит воздух назад, а воздух реагирует и гонит корабль вперед. Точно так же гребной винт океанского лайнера толкает судно вперед за счет реакции воды.

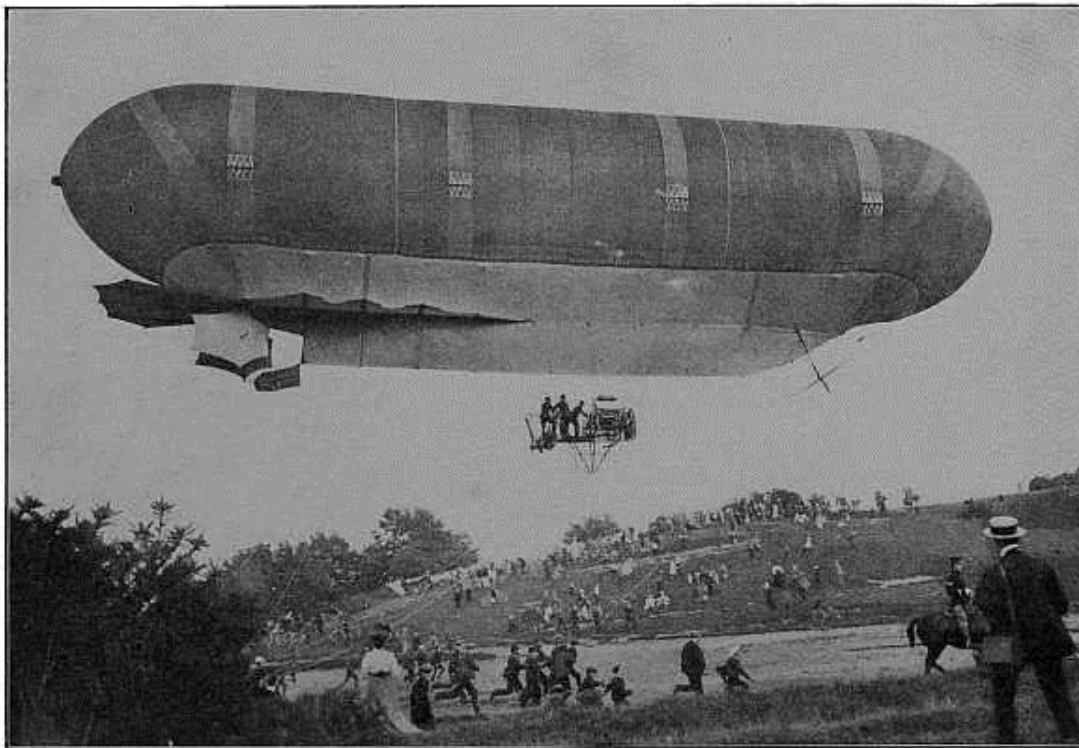


FIG. 89—BRITISH ARMY AIR-SHIP "NULLI SECUNDUS" READY FOR FLIGHT

РИС. 89 – ВОЗДУШНЫЙ КОРАБЛЬ БРИТАНСКОЙ АРМИИ "НУЛЛИ СЕКУНДУС", ГОТОВЫЙ К ПОЛЕТУ

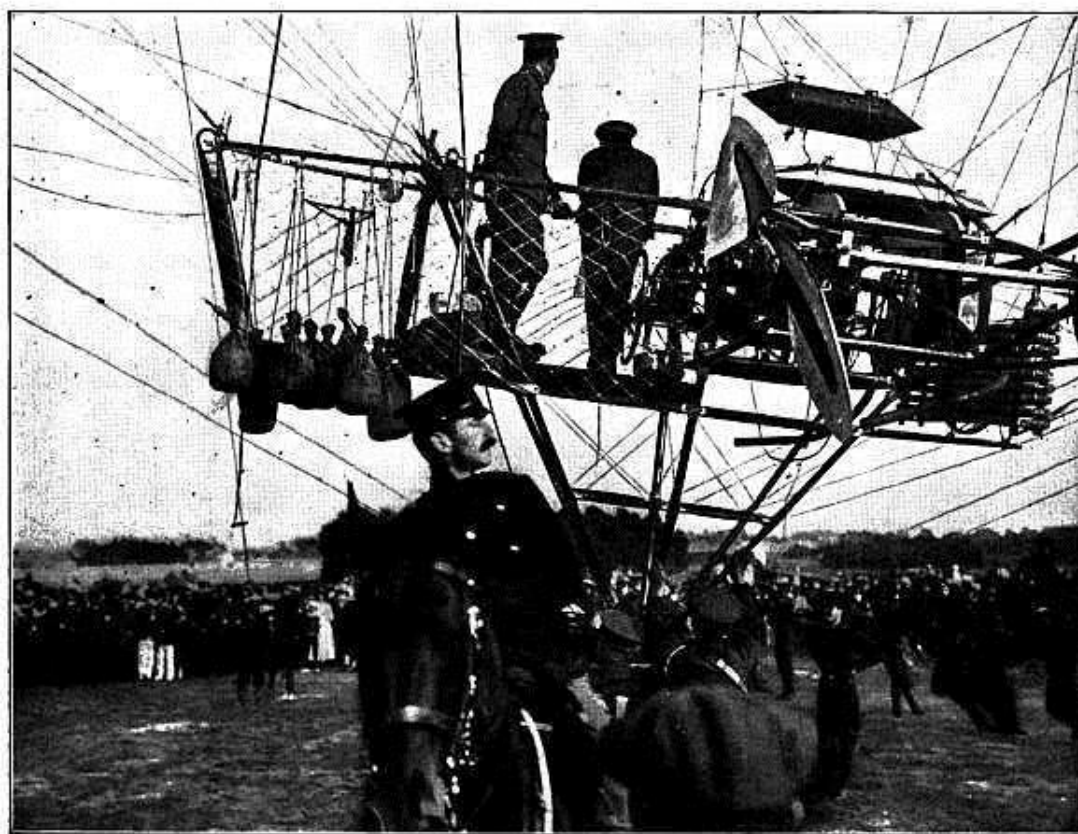


FIG. 90—BASKET, MOTOR, AND PROPELLER OF THE BRITISH ARMY AIR-SHIP "NULLI SECUNDUS"

РИС. 90 –

КОРЗИНА, МОТОР И ПРОПЕЛЛЕР ВОЗДУШНОГО КОРАБЛЯ БРИТАНСКОЙ АРМИИ "НУЛЛИ СЕКУНДУС"

Воздушный шар поднимается вверх по той же причине, по которой дерево плавает по воде. Дерево легче воды, и вода удерживает его. Воздушный шар легче воздуха, и воздух толкает его вверх. Толчок воздуха вверх равен весу воздуха, который заполнит то же пространство, что и воздушный шар. Баллон может выдерживать нагрузку, при которой весь вес баллона и его груза вместе равен весу воздуха, который заполнил бы то же пространство. Чтобы баллон поднялся, груз должен быть несколько легче этого. Воздушный шар можно сделать легче воздуха, наполнив его нагретым воздухом или угольным газом. Водород, однако, используется в более совершенных аэростатах и на воздушных кораблях типа "легче воздуха".

Воздушный корабль, конечно, должен использовать очень легкий двигатель. Паровой двигатель нельзя сделать достаточно легким. То же самое может сделать и электродвигатель, если мы добавим вес аккумуляторной батареи, который потребовался бы. Воздушные корабли приводились в движение как паровыми двигателями, так и электродвигателями, но с низкой скоростью из-за веса двигателя. Единственным подходящим двигателем для этой цели является бензиновый двигатель, который представляет собой разновидность газового двигателя, использующего газ, образующийся при испарении бензина.

Первый воздушный корабль, которым можно было управлять и возвращать его в исходную точку, был изготовлен во Франции в 1885 году капитаном французской армии Ренаром. Это был

воздушный шар сигарообразной формы с винтом, приводимым в движение электродвигателем мощностью восемь лошадиных сил. Корабль развивал скорость тринадцать миль в час.

Более успешным воздушным кораблем был тот, который построил Сантос Дюмон. На этом корабле в 1901 году он выиграл приз в размере 20 000 долларов, который был предложен строителю первого воздушного корабля, который облетит Эйфелеву башню в Париже от Аэростатического парка Вожирар на расстояние около трех миль и вернется через полчаса.

Воздушная часть этого воздушного корабля имела длину 112-1/2 фута и диаметр 19-1/2 фута и вмещала около 6400 кубических футов газа. Автомобиль был построен из сосновых брусьев сечением не больше двух пальцев и весил всего 110 фунтов. Этот автомобиль можно было разобрать и поместить в багажник. Использовался бензиновый автомобильный двигатель, и, таким образом, видно, что автомобиль помог решить проблему передвижения по воздуху. Именно автомобиль привел к созданию легких и мощных бензиновых двигателей. Машина и мотор были подвешены к воздушному шару с помощью фортепианных тросов, которые на небольшом расстоянии были невидимы, так что человек в машине каким-то таинственным образом следовал за воздушным шаром. Корабль поворачивался влево или вправо с помощью руля направления. Он был приспособлен для подъема или спуска путем перемещения веса тяжелой веревки, свисавшей с машины, таким образом наклоняя корабль вверх или вниз.

Граф Цеппелин из Германии сконструировал дирижабль гораздо большего размера, чем у Сантос-Дюмона. Воздушный шар первого дирижабля Zeppelin имел длину 390 футов и диаметр около 39 футов. Он был разделен на семнадцать секций, каждая из которых сама по себе была воздушным шаром. Эти секции служат той же цели, что и водонепроницаемые отсеки боевого корабля. Авария одной секции не будет означать разрушения всего корабля. Внутри воздушного шара находится каркас из алюминиевых стержней, протянувшихся от одного конца до другого и удерживаемых на месте алюминиевыми кольцами на расстоянии двадцати четырех футов друг от друга. Баллон содержит около 108 000 кубических футов газа, и его наполнение стоит около 2500 долларов. Одной заправки газом хватит примерно на три недели. Там есть две машины, каждая примерно десяти футов в длину, пяти футов в ширину и трех футов в глубину. Вагоны соединены узким проходом, сделанным из алюминиевых проводов и пластин, что позволяет пройти пешком 326 футов — больше, чем палубы многих океанских пароходов. Скользящий груз в 300 килограммов (около 600 фунтов) служит той же цели, что и направляющие тросы на воздушном корабле Santos Dumont. Перемещая этот груз вперед или назад, судно поднимается или опускается на носу или корме и, таким образом, скользит вверх или вниз. Якорные канаты используются при высадке на берег. Корабль приводится в движение четырьмя винтами и управляется несколькими рулями, расположенными как спереди, так и сзади. Первый дирижабль Zeppelin перевозил четырех пассажиров. Работа Дюмона и Цеппелина привела великие державы к производству дирижаблей для использования во время войны. На рис. 91 показан один из дирижаблей "Цеппелин", плывущий над озером.

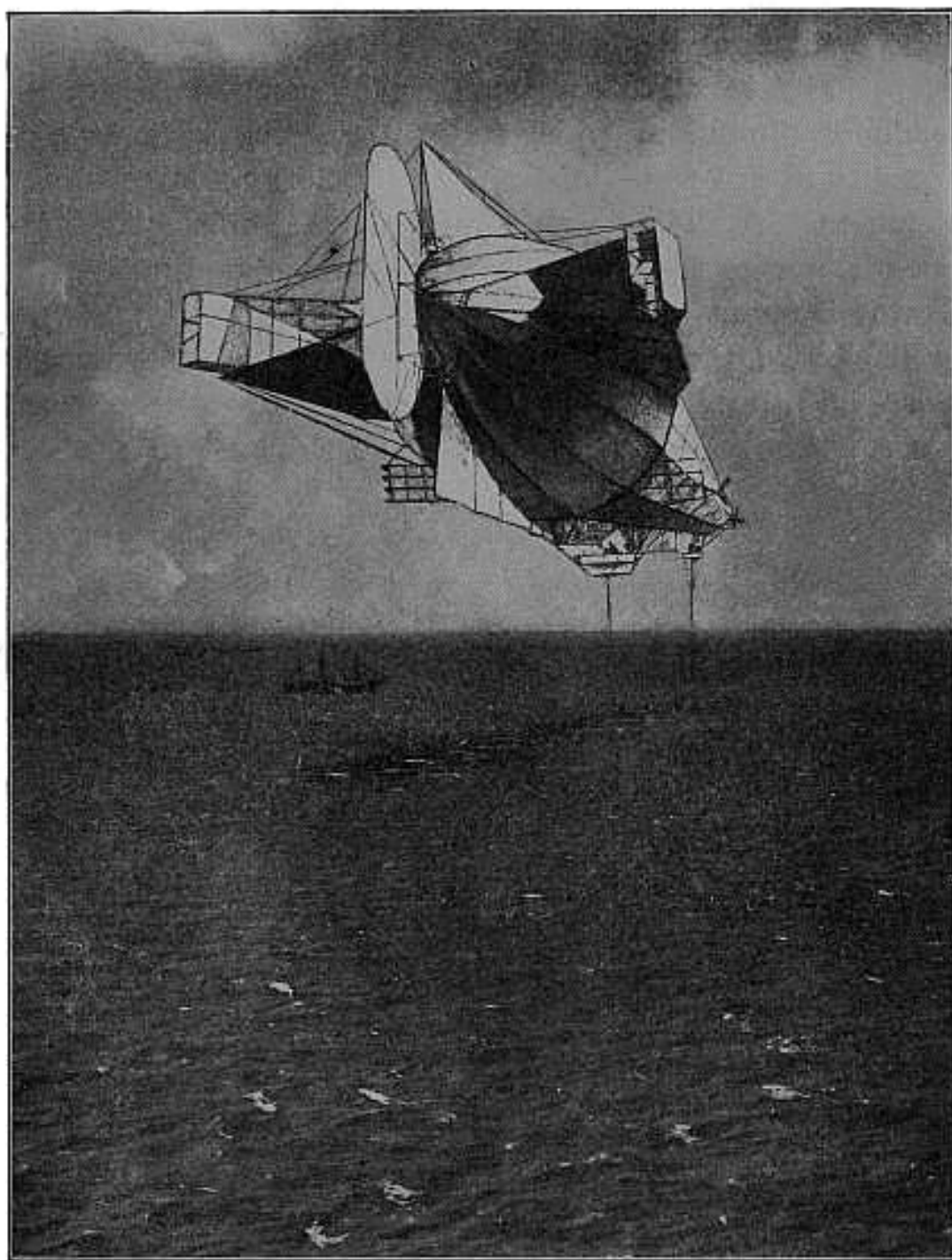


FIG. 91—A ZEPPELIN AIR-SHIP

РИС. 91—

ДИРИЖАБЛЬ-ЦЕППЕЛИН

Более крупный воздушный корабль, *Deutschland*, построенный позже графом Цеппелином, был первым воздушным судном, использовавшимся для регулярных пассажирских перевозок.

Германия показана на рис. 92. На борту "*Deutschland*" находились экипаж и двадцать пассажиров. Какое-то время он выполнял регулярные пассажирские рейсы между Фридрихсхафеном и Дюссельдорфом, расстояние в триста миль. *Deutschland* потерпел

крушение во время шторма 28 июня 1910 года, но он успешно эксплуатировался достаточно долго, чтобы дать Германии честь открыть первую линию воздушных судов для регулярных пассажирских перевозок. Это честь, возможно, не менее великая, чем создание первой коммерческой электрической железной дороги, которая также принадлежит Германии. Воздушный корабль американской армии показан на рис. 93.

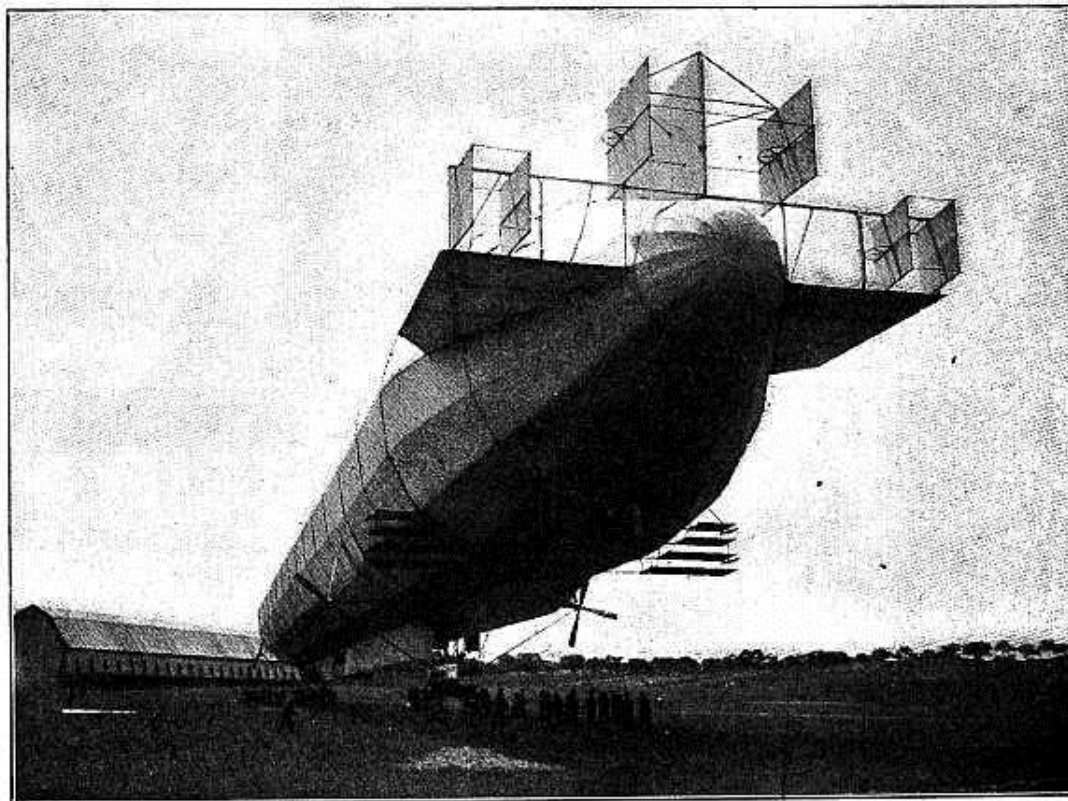
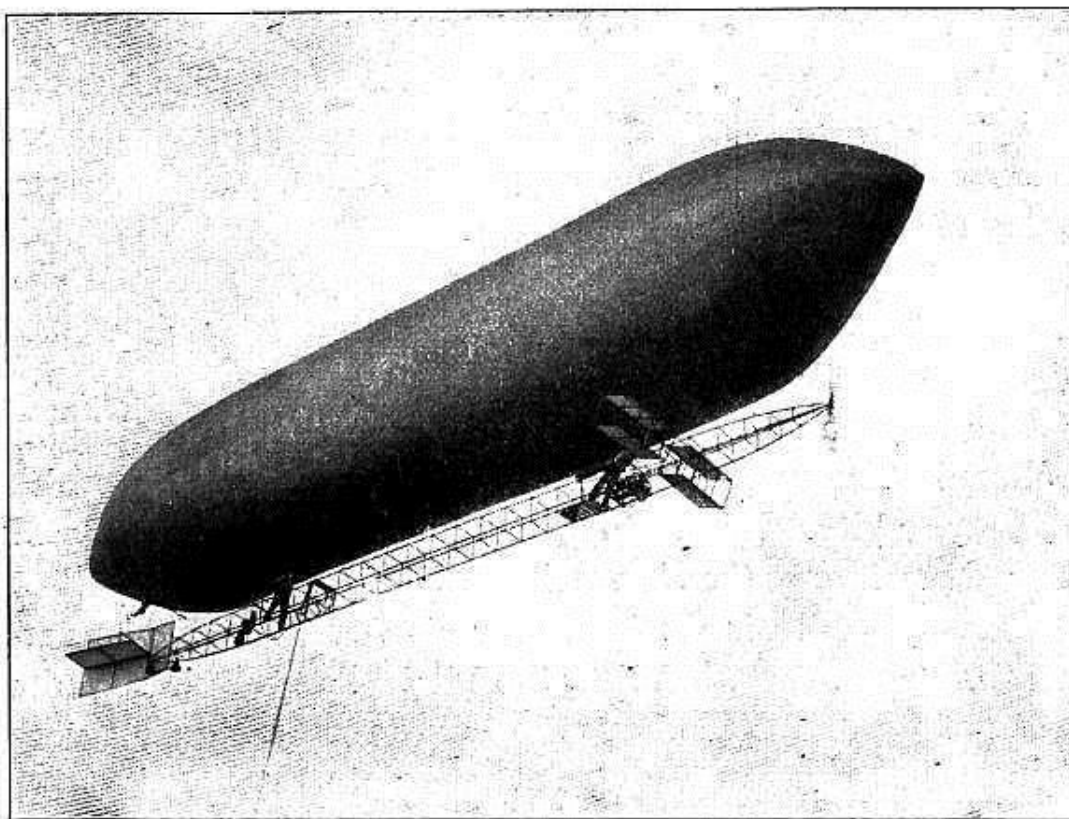


FIG. 92—COUNT ZEPPELIN'S "DEUTSCHLAND," THE FIRST AIR-SHIP IN
REGULAR PASSENGER SERVICE

РИС. 92 –

"ДОЙЧЛАНД" ГРАФА ЦЕППЕЛИНА, ПЕРВЫЙ ВОЗДУШНЫЙ КОРАБЛЬ РЕГУЛЯРНЫХ
ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК



Copyright by Pictorial News Co.

FIG. 93—THE BALDWIN AIR-SHIP USED IN THE UNITED STATES ARMY

РИС. 93 –
ВОЗДУШНЫЙ КОРАБЛЬ "БОЛДУИН", ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ В АРМИИ СОЕДИНЕННЫХ ШТАТОВ

Авторские права принадлежат Pictorial News Co.

Самолет

Самолет является более поздним развитием, чем дирижабль. Самолет тяжелее воздуха. Как и птица, так и воздушный змей. Что поддерживает воздушного змея или птицу в полете? Каждый мальчик знает, что нити воздушного змея должны быть прикреплены так, чтобы воздушный змей был наклонен и ловил ветер снизу. Затем ветер поднимает воздушного змея. В неподвижном воздухе воздушный змей не взлетит, если только мальчик, который держит веревку, не побежит очень быстро и таким образом не создаст искусственного дуновения ветерка в сторону воздушного змея. Во многом таким же образом ветер удерживает парящую птицу в воздухе. В мертвый штиль птице приходится махать крыльями, чтобы удержаться на плаву. Если веревка воздушного змея перерезана, воздушный змей переворачивается и падает на землю, потому что потерял равновесие. Подъемная сила ветра хорошо показана на воздушных змеях, поднимаемых человеком, которые используются на службе в британской армии. При сильном ветре вместо воздушного шара используется большой воздушный змей. Это воздушный змей-коробка, сделанный из бамбука, который перевозит пассажира в автомобиле, причем автомобиль работает на тросе, который прикрепляет воздушного змея к земле. Теперь предположим, что воздушный змей с мотором и профивместо веревки и мальчиком, который будет бегать с ним, и что воздушный змей способен сохранять равновесие,

тогда он поплывет против ветра, создаваемого им самим, и у вас получится летательный аппарат тяжелее воздуха.

Первый самолет, который летал бы под совершенным управлением оператора, был построен братьями Райт в Дейтоне, штат Огайо. Когда они были мальчиками, епископ Райт подарил двум своим сыновьям, Орвиллу и Уилбуру, игрушечный флаер. С тех пор мысль о полете по воздуху не покидала их умы. Несколько лет спустя смерть Лилиенталя, который разбился при падении со своего планера в Германии, взволновала их, и они всерьез взялись за эту проблему. Они прочитали все труды Лилиенталя и познакомились с мистером Октавом Шанутом, инженером из Чикаго, который успешно сконструировал планер. Вскоре они построили собственный планер и каждое лето экспериментировали с ним на огромных песчаных дюнах побережья Северной Каролины.

Планер - это самолет без пропеллера. С его помощью можно взмыть в воздух с большой высоты и медленно плыть к земле. Прежде чем пытаться использовать мотор и пропеллер, Райты научились в совершенстве управлять планером. Им пришлось научиться предотвращать его опрокидывание ветром и направлять в любом направлении. На это ушли годы терпеливой работы. Но в конце концов проблема была решена, и они прикрепили к планеру мотор и пропеллер, и воздушный корабль был под совершенным управлением и двигался со скоростью экспресса. Их флайер 1905 года выпуска, совершивший полет протяженностью двадцать четыре мили со скоростью более тридцати восьми миль в час, имел бензиновый мотор мощностью двадцать пять лошадиных сил и весил вместе с грузом 925 фунтов. На рис. 94 и 95 показан воздушный корабль Райта в полете. На рис. 97 показан механизм.

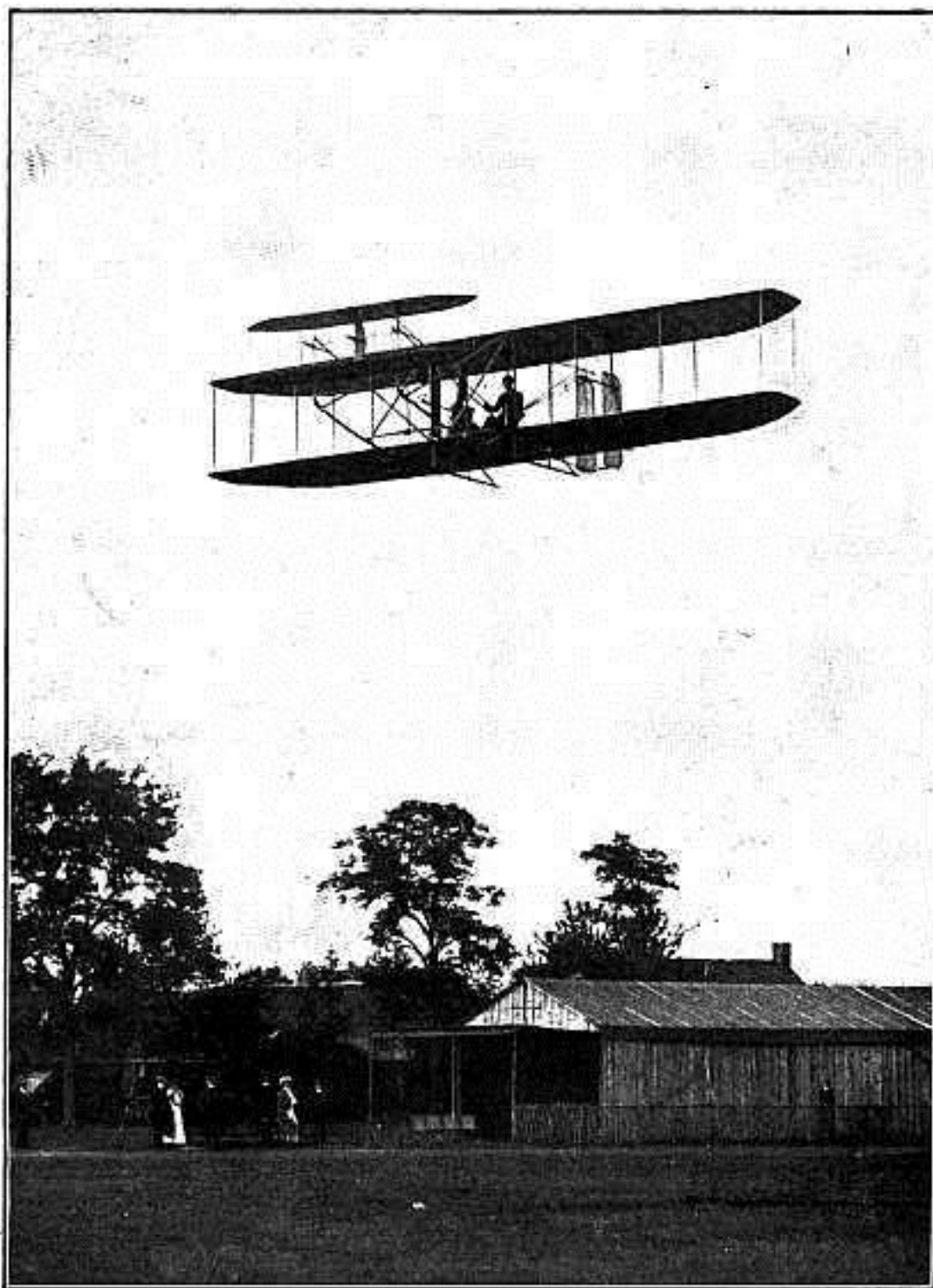


FIG. 94—IN FULL FLIGHT

ПОЛНОМ ПОЛЕТЕ

РИС. 94-В

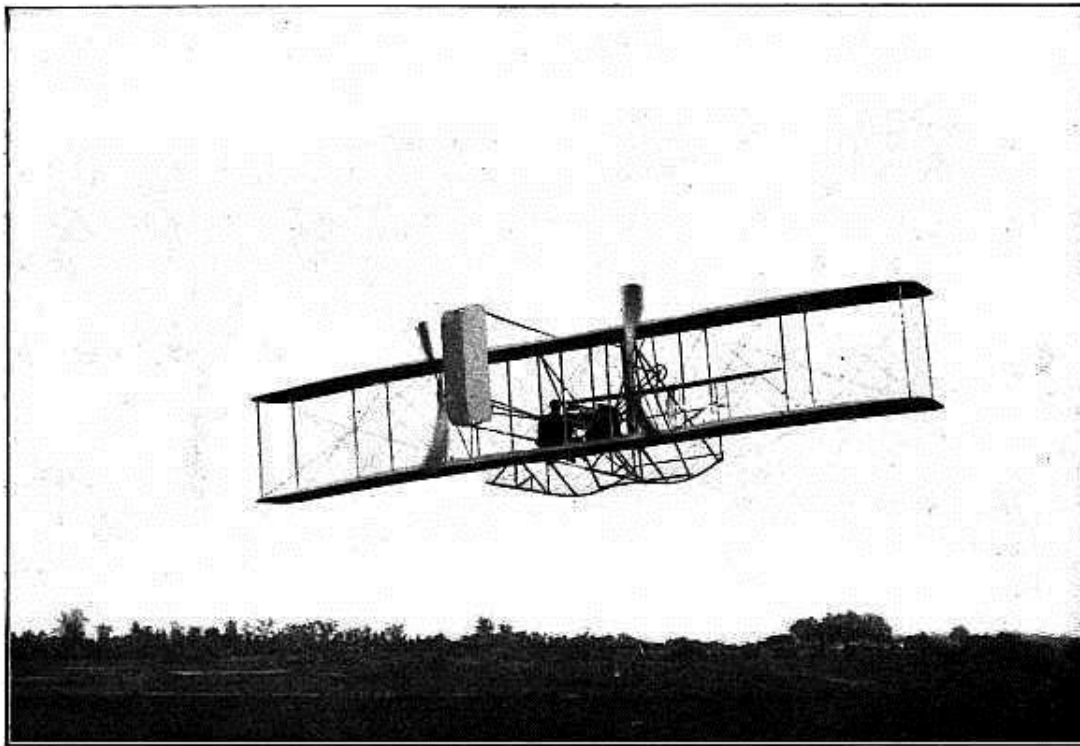


FIG. 95—WRIGHT AIR-SHIP IN FLIGHT

Copyright, 1908, by Pictorial News Co.

РИС. 95—

ВОЗДУШНЫЙ КОРАБЛЬ РАЙТА В ПОЛЕТЕ

Авторское право, 1908, издательство Pictorial News Co.

Вид сзади, видны пропеллеры.

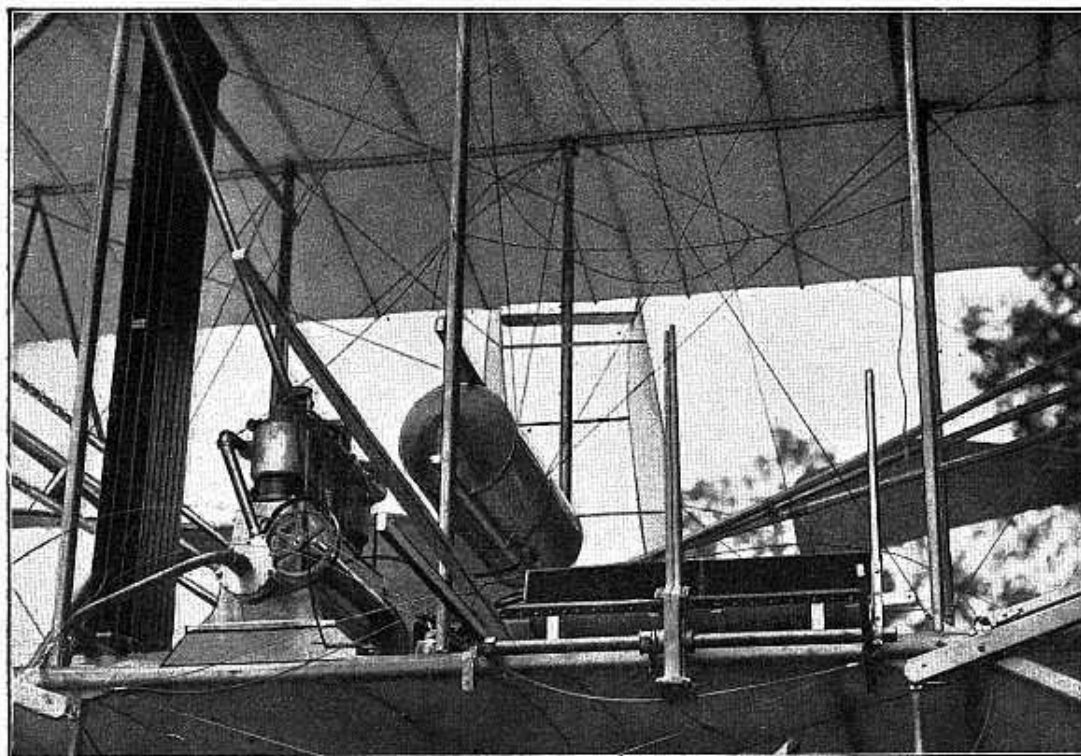


FIG. 97—THE SEAT AND MOTOR OF THE WRIGHT AEROPLANE

РИС. 97—СИДЕНЬЕ

И ДВИГАТЕЛЬ САМОЛЕТА РАЙТ

Фото: Pictorial News Co.

Как самолет Райта удерживается на плаву

Самолет Райта уравнивается за счет перекоса плоскостей 1 и 2, которые образуют опорные поверхности (рис. 96). Если предоставить машину самой себе, она перевернется, как воздушный змей, когда перережут веревку, и упадет ребром на землю. Предположим, что сторона R начинает опускаться. Углы a и e поднимаются оператором, в то время как b и f опускаются, таким образом скручивая плоскости, как показано пунктирными линиями на рисунке. Сторона R тогда улавливает больше ветра, чем сторона L . Ветер оказывает большую подъемную силу на R , чем на L , и равновесие восстанавливается. Затем оператор извлекает скрутку из машины. Судно, идущее ровным килем, представляет ветру настоящие незакрученные плоскости.

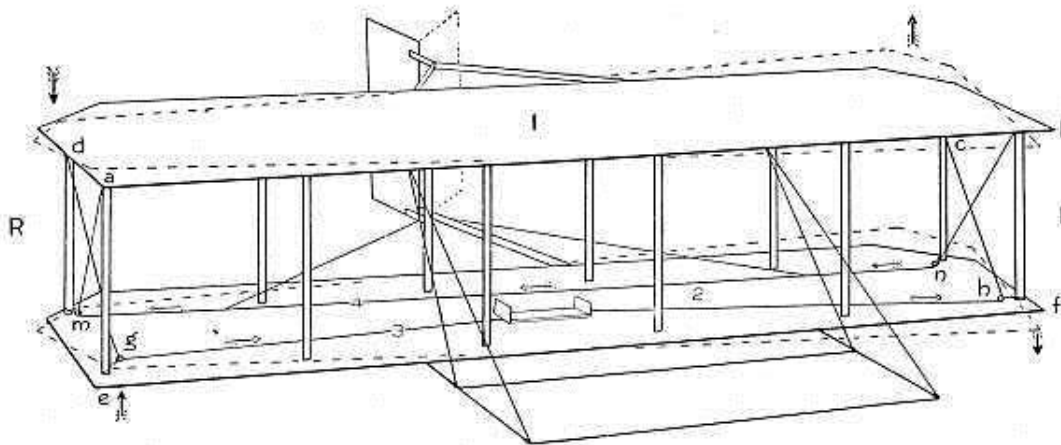


FIG. 96—HOW THE WRIGHT AIR-SHIP IS KEPT AFLOAT

РИС. 96 –КАК

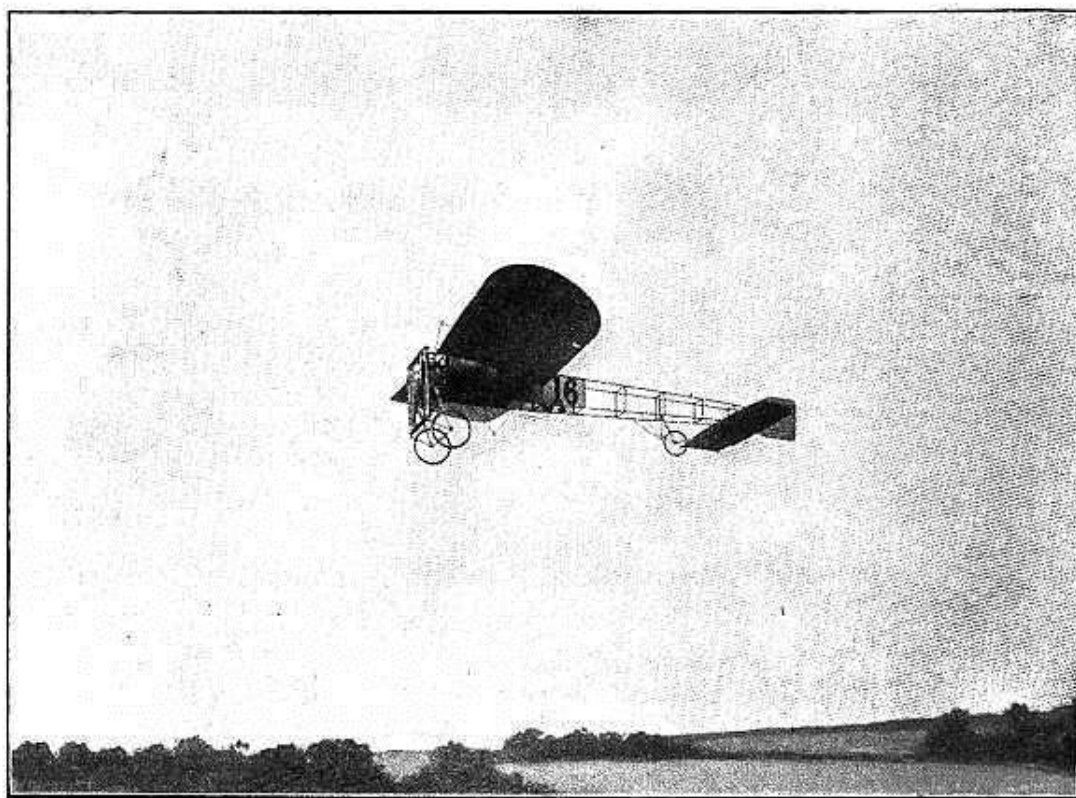
ВОЗДУШНЫЙ КОРАБЛЬ РАЙТА УДЕРЖИВАЕТСЯ НА ПЛАВУ

На этом рисунке изображен планер. Самолет с моторным приводом уравнивается деформацией плоскостей таким же образом, как и планер.

Скручивание вызывается натяжением троса 3, который прикреплен в точках *d* и *c* и проходит через шкивы в точках *g* и *h*. Когда веревку тянут влево, правый конец затягивается, а на левом конце устраняется слабина. Это опускает угол *d* и поднимает *e*. Угол *a* приподнят столбом, соединяющим *a* и *e*. Трос 4, проходящий от *a* к *b* через шкивы в точках *m* и *n*, таким образом, притягивается к *a* и тянет вниз угол *b*. Таким образом, *a* поднимается, а *b* опускается. В то же время трос 4 поворачивает задний руль влево, как показано пунктирными линиями, таким образом заставляя борт *R* поворачиваться против ветра. Конечно, если левая сторона машины начинает опускаться, веревка 3 тянется вправо, и все движения происходят в противоположном направлении. Тросы соединены с рычагом, с помощью которого оператор управляет деформацией плоскостей. Эти перемещения возможны, поскольку все соединения универсальны и допускают перемещение в любом направлении. В каком бы положении ни были установлены плоскости, они удерживаются совершенно неподвижно двумя тросами вместе с другими, не показанными на рисунке. Машина направляется вверх или вниз с помощью переднего горизонтального руля.

Когда самолет поворачивает по кривой, внешнее крыло приподнимается, потому что оно движется быстрее внутреннего и, следовательно, обладает большей подъемной силой. Таким образом, самолет совершает свои собственные виражи.

Летательный аппарат Райта называется бипланом, потому что у него две основные плоскости, расположенные одна над другой. Ряд успешных летательных аппаратов был построен только с одной плоскостью, и они называются монопланами. Моноплан, который рано прославился, - это Блерио (рис. 98). Моноплан Blériot был первым летательным аппаратом, пересекшим Ла-Манш. Управление этим аппаратом осуществляется с помощью единственного рычага, установленного на шаровой муфте, так что он может двигаться в любом направлении. Когда он стоит на земле, его поддерживают три колеса, похожие на велосипедные, так что для старта не требуется дорожка, но он может стартовать в любом месте с ровного места. "Райт" и "Блерио" представляют два ведущих типа ранних успешных летательных аппаратов.



Copyright by M. Brauger, Paris

FIG. 98—THE BLÉRIOT MONOPLANE

РИС. 98—

МОНОПЛАН БЛЕРИО

Авторское право М. Браугера, Париж

Подводные лодки

Успешное плавание под поверхностью воды, хотя и не в таких масштабах, как представлял Жюль Верн, было реальностью в начале двадцатого века. Вместо двадцати тысяч лье под водой было пройдено менее ста лье, но никто не может предсказать, что может ждать нас в будущем.

Подводная лодка в основном используется на войне. Это водолазный торпедный катер, который действует под прикрытием воды, поскольку легкая артиллерия на суше защищена за укреплениями. Оружие, используемое подводной лодкой, - торпеда. Торпеда сама по себе представляет собой небольшую подводную лодку, способную самостоятельно двигаться и, если ее запустить в воду по направлению к определенному объекту, уходит под воду прямо к цели. Она несет тяжелый заряд либо граната, либо динамита, который взрывается, когда торпеда попадает в твердый объект, такой как боевой корабль. Первая торпеда предназначалась для управления от берега с помощью длинных румпельных тросов и приводилась в движение паровой машиной или часовым механизмом. Торпеда Whitehead fish, изобретенная в 1866 году, является самоуправляемой. В головной части торпеды находится заостренный стальной ударник. Когда торпеда попадает в корабль или любой твердый предмет, этот стальной штырь прижимается к колпачку детонатора, который находится в центре динамитного заряда. Удар приводит к взрыву колпачка, а взрыв колпачка приводит к взрыву динамита. Торпеда устроена так, что она не может взорваться, пока не окажется примерно в тридцати ярдах от корабля, с

которого она выпущена. Стальной штифт не может попасть в колпачок до тех пор, пока пропеллерный вентилятор не открутит небольшой "хомут", а для этого требуется расстояние около тридцати ярдов. Гребной винт приводится в движение сжатым воздухом. Клапан, приводимый в действие давлением воды, удерживает торпеду на любой глубине, на которую установлен клапан. Торпеда содержит множество хитроумных устройств, позволяющих быстро выводить ее на требуемую глубину и удерживать прямо по курсу. Одним из таких устройств является гироскоп, описание которого будет приведено в разделе "вращающиеся волчки". Торпеды Уайтхеда способны развивать скорость более тридцати семи миль в час на дальность в две тысячи ярдов и попадать в цель почти так же точно, как из пушки. Подводная лодка несет несколько торпед и имеет один торпедный аппарат у передней оконечности, из которого выпускаются торпеды.

Одной подводной лодке было бы очень трудно сражаться с другой подводной лодкой, поскольку подводная лодка, полностью погруженная в воду, слепа. Он не мог видеть в воде, чтобы найти своего врага. Торпедный катер-эсминец способен уничтожить подводную лодку с помощью торпед, снарядов, начиненных взрывчаткой, или скорострельных орудий. Необходимо воспользоваться моментом, когда подводная лодка всплывает на поверхность, чтобы получить представление о своем противнике.

Одним из главных врагов подводной лодки, вероятно, будет воздушный корабль, поскольку, хотя подводную лодку под водой нельзя увидеть с корабля на поверхности, при благоприятных условиях ее можно увидеть с определенной высоты в воздухе.

Большинство подводных лодок используют бензиновый двигатель для передвижения по поверхности и электродвигатель, работающий от аккумуляторной батареи, для плавания под поверхностью. Лучшие подводные лодки могут двигаться на поверхности, как обычная лодка, или "под водой", то есть чуть ниже поверхности, при этом над водой выступает только боевая рубка, или они могут двигаться полностью погруженными.

Подъем и погружение подводной лодки зависят от принципа Архимеда. Толчок воды вверх как раз равен весу вытесняемой воды. Если вытесняемая вода весит больше, чем лодка, то толчок воды вверх превышает вес лодки, и лодка поднимается. Однако лодку можно заставить погружаться, когда ее вес лишь немного меньше веса вытесняемой воды. Это делается с помощью горизонтальных рулей, которые могут быть наклонены таким образом, чтобы лодка скользила вниз, когда пропеллер толкает ее вперед.

Магнитный компас ненадежен на подводной лодке со стальным корпусом. Электродвигатель, используемый для приведения лодки в движение под водой, также влияет на работу компаса из-за его магнитного поля. Гироскоп, который мы опишем позже, не подвержен магнитному воздействию и может заменить компас.

Используется водяной балласт, и когда подводная лодка желает погрузиться, вода заливается в цистерны до тех пор, пока лодка не станет достаточно тяжелой, чтобы затонуть под действием собственного веса. Затем он направляется вниз с помощью горизонтального руля. Подводная лодка приводится в движение гребным винтом, а некоторые подводные лодки опускаются с помощью вертикального винта. Точно так же, как горизонтальный винт толкает судно вперед, так и вертикальный винт будет толкать его вниз. Когда подводная лодка желает подняться, она может сделать это движением руля, или вода может быть откачана из ее баков, когда вода будет

быстро поднимать ее. Подводная лодка, которая всегда находится немного легче воды, поднимется на поверхность в случае аварии ее механизмов. Рис. 99, 100 и 101 взяты с фотографий подводных лодок Соединенных Штатов.

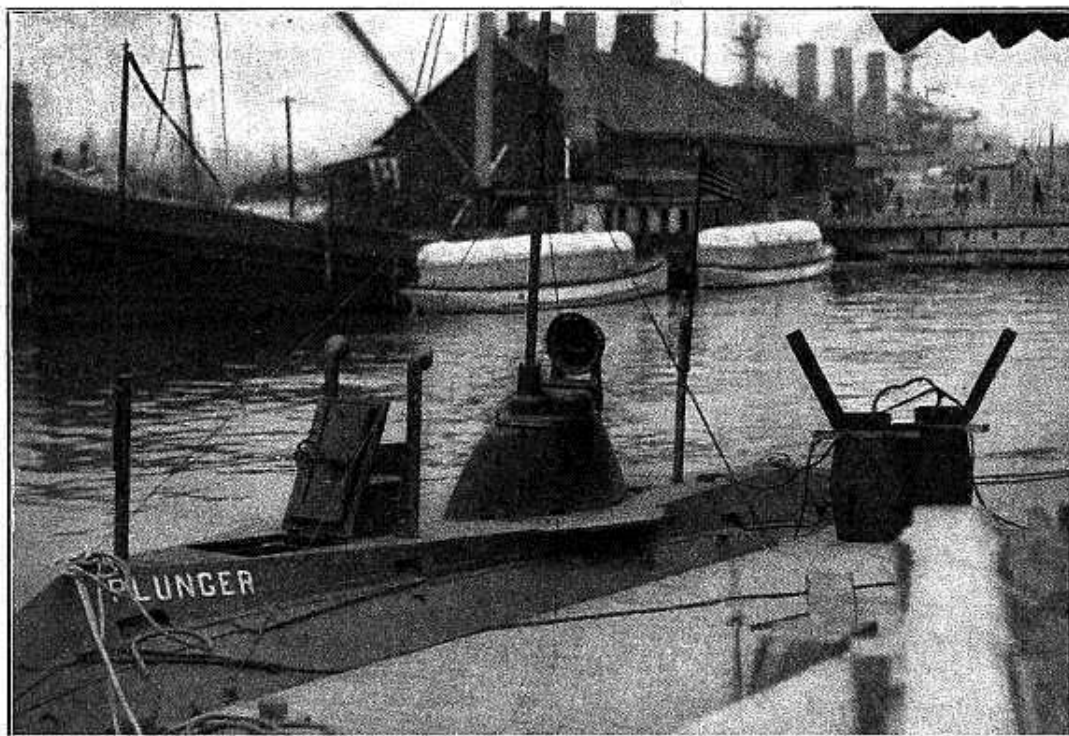


FIG. 99—THE "PLUNGER"

РИС. 99—

"ПОРШЕНЬ"

Фото: Pictorial News Co.

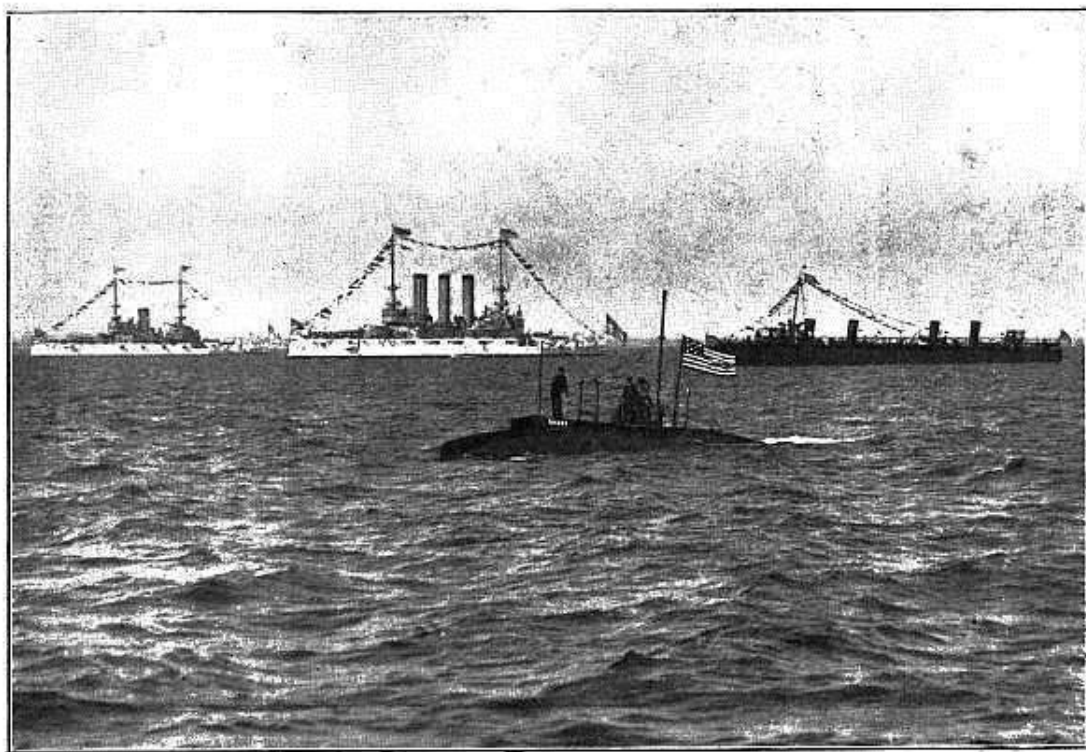


FIG. 100—U. S. SUBMARINE "SHARK" READY FOR A DIVE

РИС. 100—

ПОДВОДНАЯ ЛОДКА США "ШАРК", ГОТОВАЯ К ПОГРУЖЕНИЮ

Фото: Pictorial News Co.

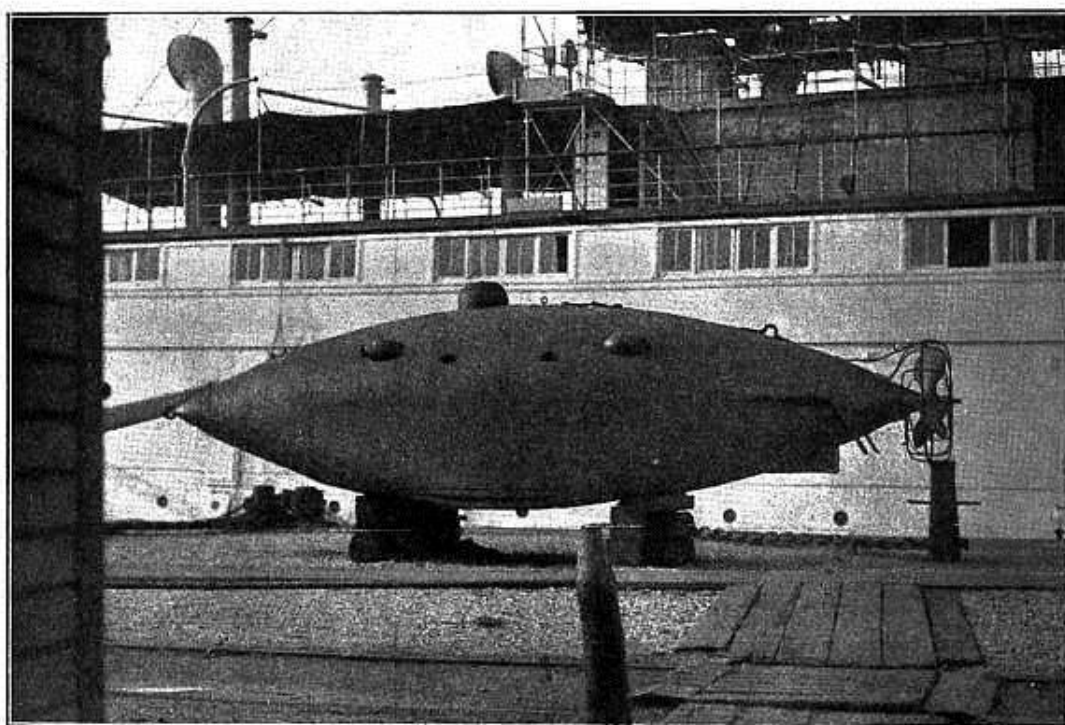


FIG. 101—FIRST SUBMARINE CONSTRUCTED IN UNITED STATES. IT WENT TO THE BOTTOM WITH SEVEN MEN, WHO WERE DROWNED

РИС. 101 –

ПЕРВАЯ ПОДВОДНАЯ ЛОДКА, ПОСТРОЕННАЯ В СОЕДИНЕННЫХ ШТАТАХ. ОН ПОШЕЛ КО ДНУ ВМЕСТЕ С СЕМЬЮ МУЖЧИНАМИ, КОТОРЫЕ УТОНУЛИ

Фото: Pictorial News Co.

Существует один вид подводных лодок, построенных для мирных целей, который заслуживает упоминания. Это *Аргонавт*, изобретенный Саймоном Лейком. Эта замечательная лодка ползает по дну моря, но не на очень большой глубине. Она оснащена водолазным оборудованием и используется для спасения обломков. Ныряльщики могут выходить через дно лодки, бродить по морскому дну и, закончив свою работу, снова входить в лодку; все это время лодка и люди находятся, возможно, на глубине ста футов под поверхностью. Водолазный отсек, из которого водолазы выходят в воду, отделен герметичной перегородкой от остальной части лодки. В этот отсек подается сжатый воздух до тех пор, пока давление воздуха не сравняется с давлением воды снаружи. Затем открывается дверца в нижней части, и воздух не пропускает воду наружу. Затем мужчины в своих водолазных костюмах могут выходить и нырять, когда им заблагорассудится.

Для каждой лодки существует глубина, за пределы которой она не должна заходить. Наказанием за выход за пределы этой глубины является пробитие судна, поскольку с увеличением глубины давление увеличивается. Каждый раз, когда глубина увеличивается на тридцать два фута, давление увеличивается на пятнадцать фунтов на каждый квадратный дюйм. После определенной глубины судно не может противостоять давлению. Подводные лодки были сделаны достаточно прочными, чтобы выдерживать давление на глубине пяти тысяч футов, или почти мили. Однако большинство подводных лодок не могут погружаться глубже ста пятидесяти футов.

Воздух подается пассажирам судна либо из резервуаров, содержащих сжатый воздух или кислород, либо с помощью химических веществ, которые поглощают углекислый газ, образующийся при дыхании, и восстанавливают необходимое количество кислорода в воздухе.

В то время как люди в лодке не могут видеть в воде, они могут видеть объекты на поверхности воды, даже когда их лодка находится на глубине нескольких футов под поверхностью, с помощью перископа. Это расположение линз и зеркал в трубе, изогнутой под двумя прямыми углами, которая выступает на небольшое расстояние над поверхностью и может поворачиваться в любом направлении (рис. 102). Таким образом, лодка, будучи сама почти невидимой, может иметь четкое представление о боевом корабле, который она собирается атаковать.



FIG. 102—HOW MEN IN A SUBMARINE
SEE WHEN UNDER THE WATER

РИС. 102–КАК ВИДЯТ ЛЮДИ НА ПОДВОДНОЙ

ЛОДКЕ, НАХОДЯСЬ ПОД ВОДОЙ

Несколько полезных Волчков

Каждый знает, что волчок будет стоять вертикально только тогда, когда он вращается. Большинство волчков при вращении выдерживают очень грубую обработку без опрокидывания. Волчок выдержит сильную порку. Поверните волчок вертикально и постучите по нему. Он будет вращаться по кругу в наклонном положении и через некоторое время сам выпрямится. Если вершину направить на юг, она будет наклоняться не на юг, а на восток или запад. При подбрасывании монеты необходимо придать ей вращательное движение, иначе бросающий не может быть уверен, как она упадет. Монета, подброшенная вращательным движением, не перевернется. Значок и монета похожи на волчок. Они не будут легко

переворачиваться при вращении. По той же причине винтовочная пуля вращается по спиральным канавкам в канале ствола пистолета, и она попадает прямо в цель. При стрельбе из гладкоствольного ружья, которое не приводит к вращению пули, стрелок не может быть уверен в своей цели.

Потребовалось много времени, чтобы понять, что волчок - полезная машина. Он полезен из-за своего устойчивого движения, потому что его трудно перевернуть. Ньютон давным-давно обнаружил, что каждый движущийся объект пытается удержаться в том направлении, в котором он движется. Движущемуся объекту всегда требуется некоторая сила, чтобы изменить свое направление. Вращающийся волчок является прекрасной иллюстрацией этого принципа. Наиболее полезным является волчок-гироскоп (рис. 103). Он установлен на шарнирах, расположенных таким образом, что столешница может поворачиваться в любом направлении внутри рамы, которая ее поддерживает. Если столешница установлена вращающейся, можно поворачивать раму в любом направлении, но столешница не меняет направления. Ось волчка будет указывать в одном и том же направлении все время, пока волчок вращается, независимо от того, как перемещается опорная рама. Волчок будет вращаться на веревочке. Если прикрепить внутри коробки, то коробку можно сделать так, чтобы она стояла на одном углу, пока вращается крышка.

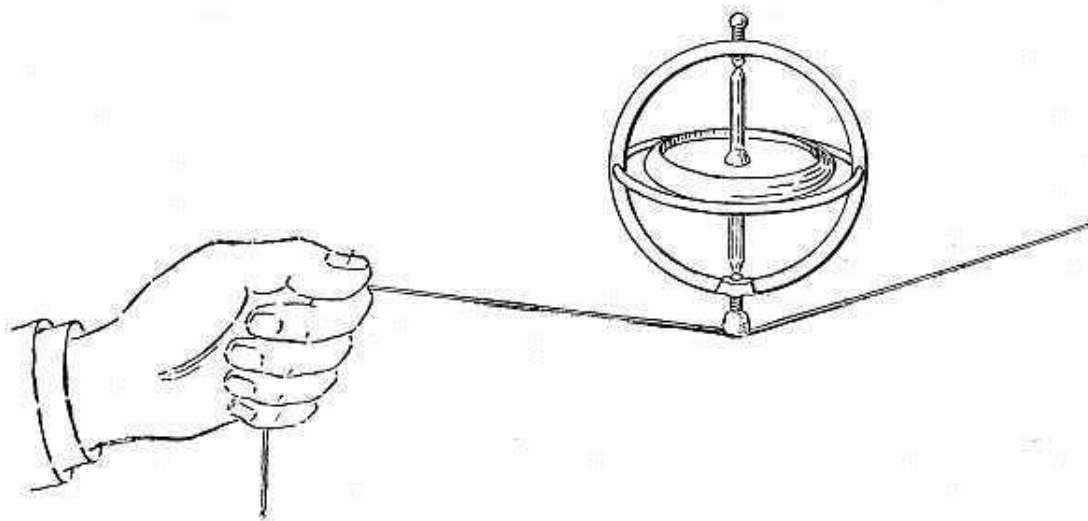


FIG. 103—A TOP THAT SPINS ON A STRING

РИС. 103 –

ВОЛЧОК, ВРАЩАЮЩИЙСЯ НА ВЕРЕВОЧКЕ

Этот верх, который так трудно опрокинуть, использовался на кораблях для предотвращения крена судна волнами. Большой маховик установлен в середине судна на горизонтальной оси. Маховик - это всего лишь большая вершина. Он вращается устойчиво, и из-за его большего размера перевернуть его гораздо труднее, чем игрушечный волчок. Маховик на корабле противостоит силе качения волн и придает кораблю устойчивость, так что даже при высоких волнах качка практически не ощущается. Волны не так легко разбиваются о борт судна, когда его таким образом стабилизирует вращающееся колесо.

Гироскоп также используется в некоторых формах торпед для придания торпедой устойчивого движения. С помощью пружины, отпускаемой спусковым крючком, гироскоп внутри торпеды приводится во вращение до того, как торпеда войдет в воду. Гироскоп сохраняет свое

направление неизменным, и когда торпеда поворачивается в ту или иную сторону, гироскоп воздействует на один или другой из двух клапанов, соединенных с камерами подачи сжатого воздуха, из которых приводятся в движение винты торпеды. Воздух, высвобождаемый таким образом гироскопом, приводит в движение поршневой шток, соединенный с рулем направления таким образом, чтобы выровнять торпеду. Торпеда рассекает воду слегка зигзагообразным движением, но не более чем на два фута от линии, по которой она была нацелена.

Вагон монорельсовой дороги

Другое применение гироскопа - в монорельсовом вагоне. Заставить автомобиль двигаться по одному рельсу, когда его вес превышает рельс, было невозможно до тех пор, пока не было открыто использование гироскопа. В монорельсовом вагоне, изобретенном Бреннаном (рис. 104), есть два гироскопа, каждый весом в полторы тысячи фунтов, приводимых в движение электродвигателем со скоростью три тысячи оборотов в минуту. Каждое колесо гироскопа с его двигателем смонтировано в герметичном корпусе, из которого откачивается воздух. Колесу будет гораздо легче вращаться в вакууме, чем в воздухе, поскольку воздух оказывает очень большое сопротивление его движению. Колеса расположены по одному с каждой стороны автомобиля горизонтально. Когда автомобиль начинает падать, вращающиеся гироскопы выравнивают его так же, как волчок выравнивает себя, если его опрокинуть набок от удара. Если ветер наклоняет автомобиль влево, гироскопы наклоняются вправо до тех пор, пока автомобиль снова не встанет вертикально. Если груз тяжелее с правой стороны, автомобиль наклоняется влево точно так же, как человек наклоняется влево, когда несет груз на правом плече. При повороте автомобиль наклоняется к внутренней стороне поворота точно так же, как это делает велосипедист, и так же, как это делает железнодорожный состав, укладывая наружный рельс поворота выше внутреннего. Два гироскопа, вращающихся в противоположных направлениях, необходимы для предотвращения падения автомобиля при повороте.

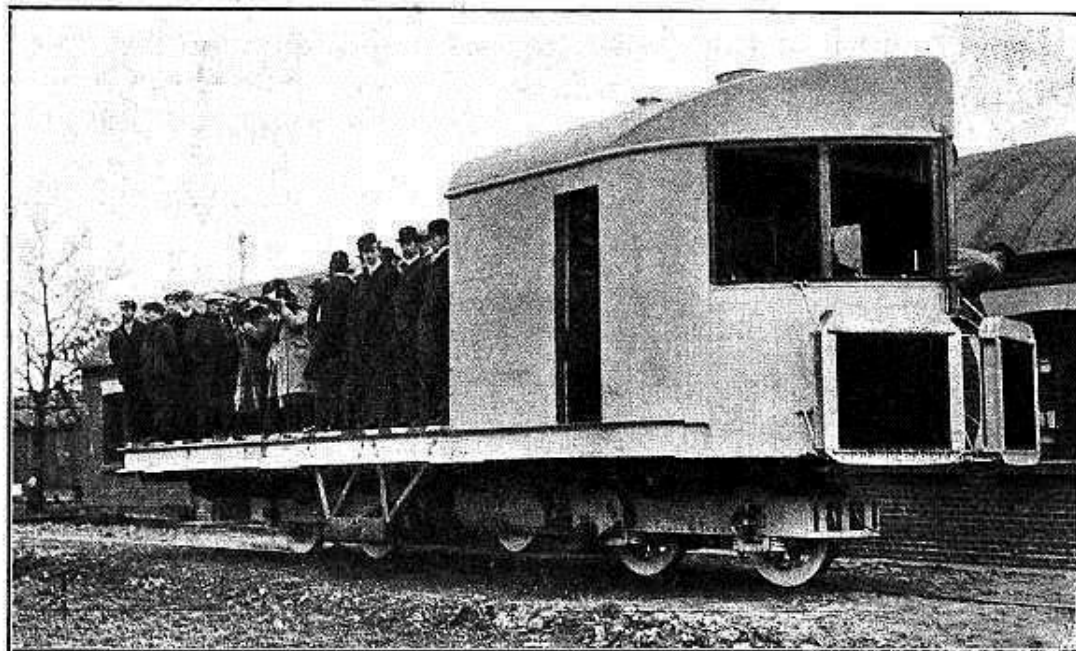


FIG. 104—A CAR THAT RUNS ON ONE RAIL

РИС. 104 –ВАГОН,

КОТОРЫЙ ХОДИТ ПО ОДНОМУ РЕЛЬСУ

Полноразмерная монорельсовая дорога Луиса Бреннана.

Вместо компаса можно использовать гироскоп. Если его настроить на вращение в северном и южном направлениях, он будет продолжать вращаться в северном и южном направлениях, независимо от того, как будет поворачиваться судно. Он даже более надежен, чем компас, поскольку на него не влияет магнитное воздействие. Возможно, некоторые из великих изобретений, которые еще предстоит сделать, будут связаны с новым использованием вращающегося волчка.

Жидкий воздух и Сильнейший Холод

Долгое время после того, как люди научились пользоваться печью и могли производить большое количество тепла, самым сильным известным холодом был холод на вершине горы. Люди задавались вопросом, что произошло бы, если бы воздух можно было сделать холоднее зимнего мороза, но не знали, как добиться такого результата. Они задавались вопросом, какие предметы можно заморозить, чтобы они оставались жидкими или газообразными даже в зимний холод.

Первый искусственный холод был создан с помощью смеси соли и льда, подобной той, которую мы сейчас используем в морозильных камерах для мороженого. Со временем люди научились другим способам получения сильного холода и даже изготавливать лед в больших количествах.

Холод жидкого воздуха намного сильнее, чем холод льда или даже замораживающей смеси соли и льда. Жидкий воздух - это просто воздух, который настолько холодный, что становится жидкостью точно так же, как пар при охлаждении образует воду. Пар должен быть охлажден только до температуры кипящей воды, в то время как воздух должен быть охлажден до 314 градусов ниже нуля по шкале Фаренгейта.

Если бы мы могли жить в таком климате, а мир был бы охлажден до температуры жидкого воздуха, у нас был бы любопытный мир. Часовые пружины могли бы быть сделаны из олова, колокольчики - из олова, а проволока для фортепиано - из припоя, поскольку эти металлы становятся прочнее при сильном холоде жидкого воздуха. Не было бы воздуха для дыхания. Океаны и реки замерзли бы намерзло, а воздух образовал бы жидкий океан глубиной около тридцати пяти футов. Этот океан жидкого воздуха долгое время кипел бы из-за тепла льда под ним, потому что лед горячий по сравнению с жидким воздухом. Лед остыл бы, отдавая свое тепло жидкому воздуху, и со временем стал бы таким же холодным, как сам жидкий воздух.

Жидкий воздух был отправлен за тысячи миль в жестяной банке с двойными стенками, пространство между которыми заполнено войлоком. Войлок защищает жидкий воздух от тепла внешнего воздуха. Жидкий воздух медленно испаряется и выходит через небольшое отверстие в верхней части.

Профессор Дьюар, преемник Фарадея в Королевском институте, изобрел колбу Дьюара, с помощью которой предотвращается испарение жидкого воздуха. Эта колба представляет собой колбу с двойными стенками. В пространстве между двумя стенками колбы находится вакуум. Теперь вакуум является наилучшей возможной защитой от перегрева. Если бы мы взяли бутылку, полную воздуха, и откачали из нее все, кроме примерно одной тысячной миллионной содержащегося в ней воздуха, то сначала у нас был бы такой вакуум, как в колбе Дьюара. При таком вакууме лед может не таять в течение многих дней даже в самую жаркую погоду, поскольку никакое тепло не может проходить через вакуум.

Но самый сильный холод - это не холод жидкого воздуха. Жидкий водород настолько холодный, что замораживает воздух. Когда открывают колбу с жидким водородом, в горловине колбы образуется небольшая снежная буря из замерзшего воздуха. Но даже это не самый сильный холод. Жидкий водород может замерзнуть, образуя водородный снег, температура которого составляет 435 градусов ниже нуля. Это почти равно холоду космоса за пределами атмосферы Земли, который является максимально возможным холодом.

Электрическая печь и Наибольший жар

Наибольшее тепло, которое до сих пор производилось искусственно, - это тепло электрической дуги. Точная температура электрической дуги с уверенностью неизвестна. Однако известно, что температура самой горячей части дуги составляет не менее 6500 градусов по Фаренгейту. Когда мы сравниваем это с температурой самой горячей угольной печи, которая составляет около 4000 градусов, мы можем очень легко понять, что при температуре электрической дуги, вероятно, произойдет что-то, чего не могло произойти в обычной печи.

Если электрическая дуга окружена чем-то, что будет удерживать тепло, у нас есть электрическая печь, и любое вещество, помещенное в печь, может стать почти таким же горячим, как сама дуга. В электрической печи любое вещество, будь то найденное в природе или приготовленное искусственно, может быть расплавлено или испарено.

Именно Анри Муассан, профессор химии Сорбонны в Париже, совершил первые великие открытия в области использования электрической печи и получил первые искусственные алмазы. Изучение алмазов привело Муассана к мысли, что в природе они образуются при охлаждении расплавленной смеси железа и углерода. Он подумал, что мог бы приготовить такую смесь с помощью своей электрической печи и таким образом получать алмазы,

подобные тем, что добываются на алмазных рудниках. Итак, имея электрическую печь с электродами размером с запястье человека, смесь железа и древесного угля в угольном тигле и стеклянный резервуар, наполненный водой, Муассан решил превратить древесный уголь в алмазы. При температуре более шести тысяч градусов железо и древесный уголь были расплавлены вместе. В течение времени от трех до шести минут смесь находилась на сильном огне. Затем крышку печи снимали, и тигель с расплавленной смесью опускали в резервуар с водой. Впервые это было сделано с некоторым опасением, поскольку неизвестно было, что произойдет, когда такой горячий предмет опустят в холодную воду. Но взрыва не произошло, только бурное кипение воды, яростное полыхание расплавленной массы, а затем постепенное изменение цвета с белого на красный и с красного на черный. С помощью кипящих кислот и других химикатов мусор был удален, и было обнаружено, что оставшиеся фрагменты оказались алмазами, маленькими, это правда, настолько маленькими, что их можно было увидеть только с помощью микроскопа, но обещающими грядущие великие свершения. Внешняя железная корка удерживала расплавленный древесный уголь под огромным давлением, пока он медленно охлаждался и формировал кристаллы алмаза. Процесс изготовления алмазов проиллюстрирован на рис. 105, 106 и 107.

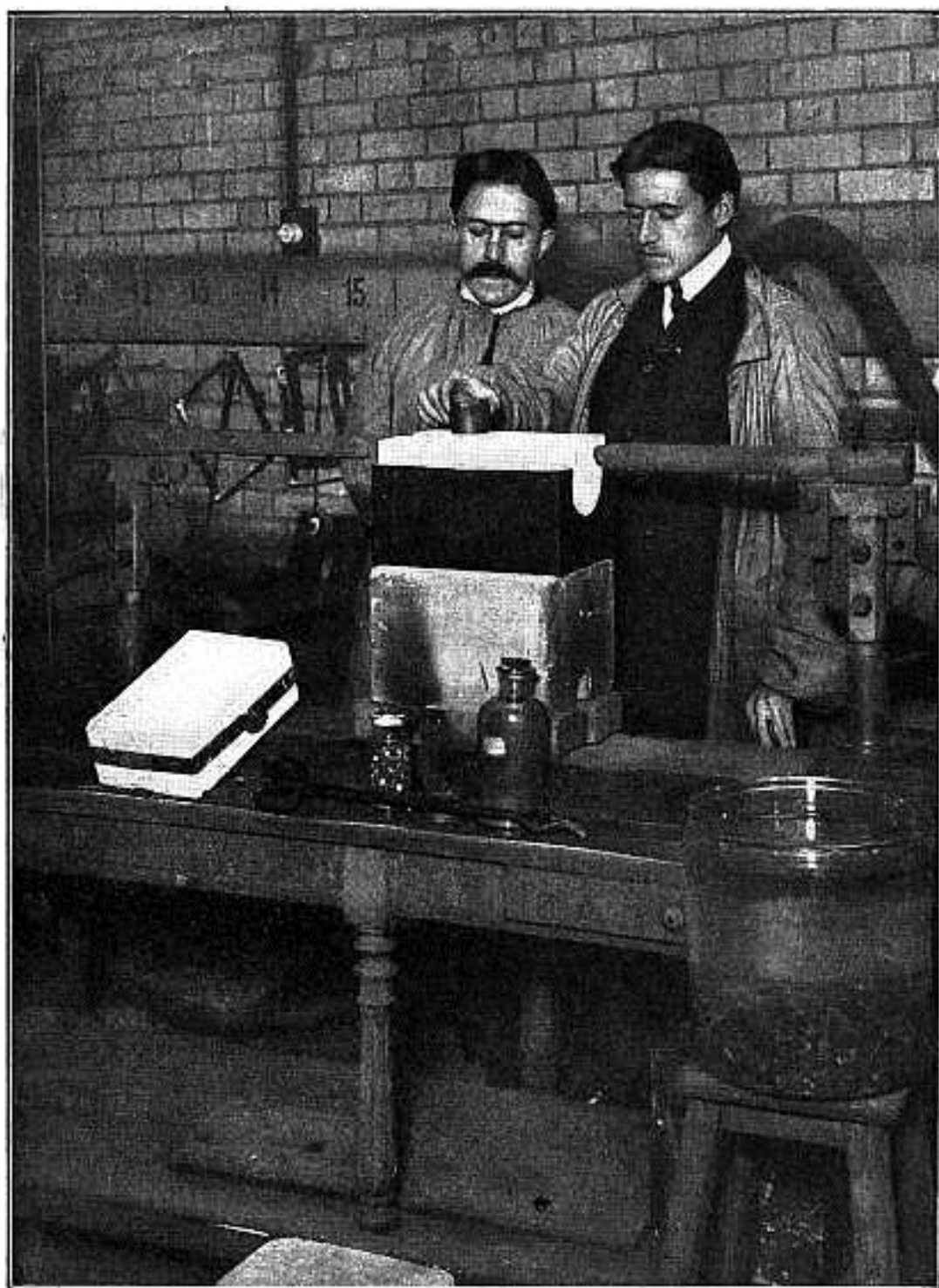


FIG. 105—MANUFACTURING DIAMONDS—FIRST OPERATION

РИС. 105—

ИЗГОТОВЛЕНИЕ АЛМАЗОВ—ПЕРВАЯ ОПЕРАЦИЯ

Подготовка печи. Древесный уголь и железную руду помещают в тигель и подвергают сильному нагреву электрическим током.



FIG. 106—MANUFACTURING DIAMONDS—SECOND OPERATION

ИЗГОТОВЛЕНИЕ АЛМАЗОВ—ВТОРАЯ ОПЕРАЦИЯ

Печь в действии.

РИС. 106—

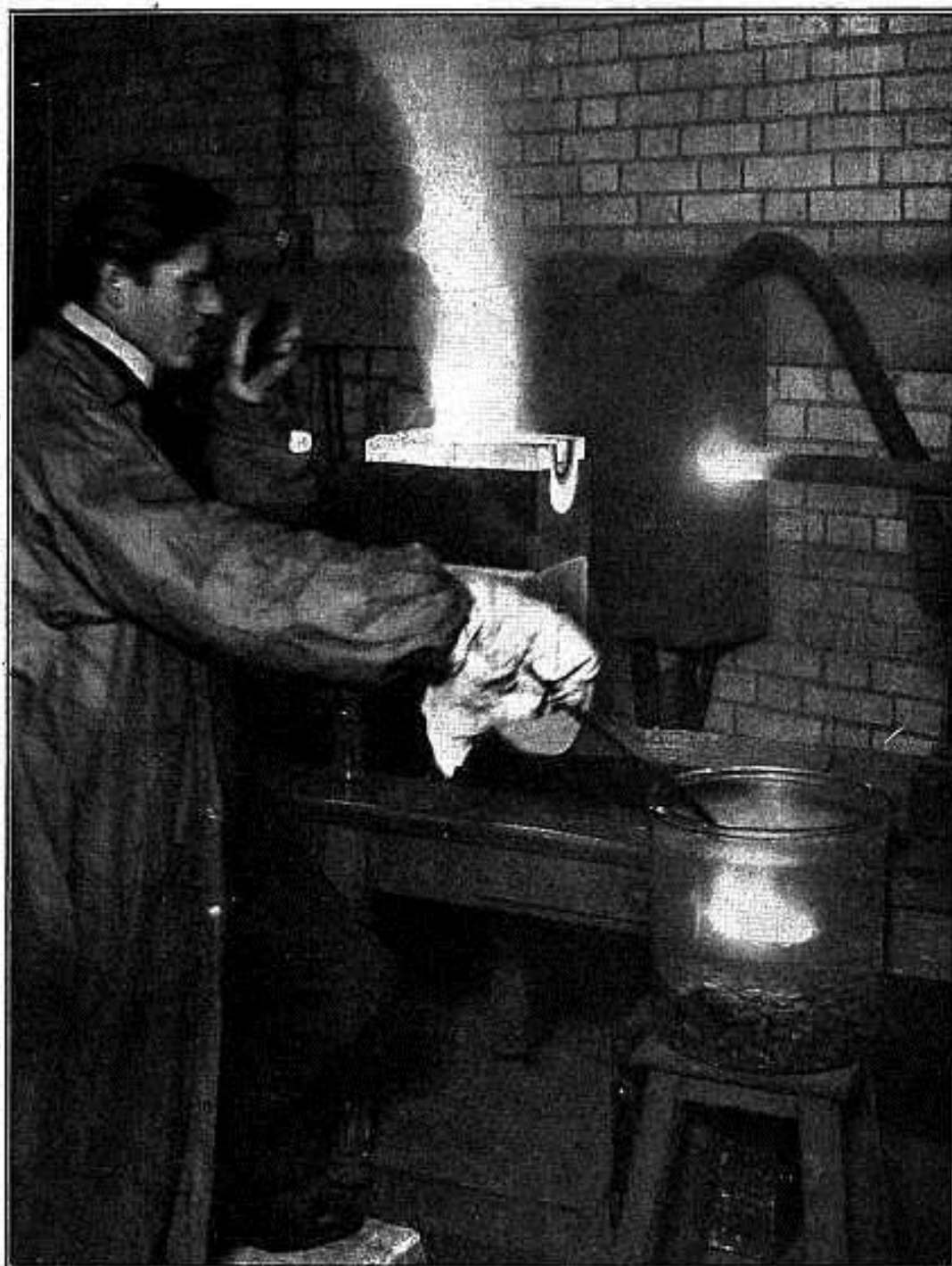


FIG. 107—MANUFACTURING DIAMONDS—THIRD OPERATION

РИС. 107—

ИЗГОТОВЛЕНИЕ АЛМАЗОВ—ТРЕТЬЯ ОПЕРАЦИЯ

Погрузите тигель в холодную воду. Обратите внимание на раскаленный добела уголь, только что извлеченный из печи.

Электрическая печь сделала возможным приготовление неизвестных ранее веществ и производство в больших количествах при низких затратах веществ, которые раньше были слишком дорогостоящими для общего использования. Одним из наиболее известных таких

веществ является алюминий. С открытием электропечного метода извлечения алюминия из руд цена алюминия упала со ста двадцати четырех долларов за фунт до двенадцати центов за фунт.

Среди многих применений электропечи мы можем упомянуть получение карбида кальция, который используется при производстве ацетиленовых ламп; карборунд, вещество почти столь же твердое, как алмаз; и фосфор, который используется для изготовления фосфорной спички. Он также в некоторой степени используется при производстве стекла и, в некоторых случаях, для извлечения железа из его руд.

Беспроволочный телеграф

Корабль в тумане сталкивается с другим кораблем. Вода врывается внутрь, тушит пожар в котлах, двигатели останавливаются, корабль беспомощен посреди океана в ночной темноте. Но в одной из кают слышен щелчок электрической искры. Вскоре к борту подплывает другое судно. Спускают спасательные шлюпки, и все люди спасены. Призыв о помощи разнесся над морем во всех направлениях на двести миль вокруг. Другой корабль уловил сигнал и поспешил на помощь, и мир понял, что беспроводный телеграф избавил море от его ужасов.

Без любопытной комбинации магнитов, проводов и батареек на первом корабле никакой сигнал не мог бы быть отправлен, а без такой комбинации на втором корабле сигнал остался бы незамеченным. Как была обнаружена эта комбинация и как она работает?

Фарадей, как мы видели, открыл принцип работы катушки индуктивности. С помощью катушки индуктивности можно получить мощную электрическую искру. Электрическая машина трения была известна задолго до Фарадея. Франклин доказал, что удар молнии подобен искре от электрической машины, только более мощной. Однако эти великие первооткрыватели не знали, что электрическая искра испускает нечто вроде света, который распространяется во всех направлениях. Они не знали этого, потому что у них не было глаз, чтобы видеть этот странный свет.

Я расскажу вам басню, чтобы вам был понятен смысл. Когда-то жила раса слепых людей. Ни один из них не мог видеть. Они строили дома и города, железные дороги и пароходы, но все делали с помощью прикосновения и звука. Когда они встречались, они прикасались друг к другу и разговаривали, и каждый человек узнавал своего друга по звуку его голоса. Однажды один мудрый человек среди них сказал, что, по его мнению, есть что-то помимо звука голоса, с помощью чего они могут подавать сигналы друг другу. Другой мудрый человек некоторое время размышлял над этим вопросом и привел доказательство того, что существует нечто, называемое светом, хотя ни один человек не мог его увидеть. Другой, более мудрый и практичный, изобрел глаз, который любой человек мог носить с собой и видеть свет, поворачивая его в том направлении, откуда исходил свет. После этого каждый мужчина нес по фонарю, который вспыхивал, как светлячок. У каждого мужчины также был глаз, и каждый мог видеть своего друга так же хорошо, как слышать звук его голоса.

Эта басня правдива. Свет, которого не видел ни один человек, мы теперь называем электрическими волнами. Глаз, которым любой человек может воспринимать этот свет, является приемным прибором беспроводного телеграфа. Странный свет вспыхивал всякий раз, когда электрическая искра пробегала от электрической машины, лейденской банки, индукционной катушки или в виде молнии в облаках, но в течение сотен лет этот свет был невидим. Человеческий глаз не мог этого видеть, и не было изобретено искусственного глаза,

который улавливал бы электрические волны. Человек из Англии, Джеймс Клерк-Максвелл, первым доказал, что такой свет существует. Немец Генрих Герц первым создал глаз, который улавливал волны от электрической искры, и человеком, который первым усовершенствовал глаз, с помощью которого можно было улавливать электрические волны на большом расстоянии, и усовершенствовал приборы для передачи таких волн, был Маркони.

Эта басня правдива, поскольку электрические волны подобны солнечному свету. Они распространяются в пространстве во всех направлениях, как и свет. Они будут проходить не просто через воздух, но и через то, что мы называем пустым пространством, или вакуумом, как это делает свет. Если мы представим себе волны, чем-то похожие на волны воды, но не совсем похожие на них, несущиеся в пространстве, у нас получится примерно такая хорошая картина электрических волн, какую мы можем хорошо сформировать в своем сознании. Как свет лампы гаснет во всех направлениях, так и электрические волны гаснут во всех направлениях от места, где проходит электрическая искра. Поскольку эти волны проходят через то, что мы называем пустым пространством, мы должны думать о чем-то в этом пространстве и о том, что оно на самом деле не пустое. Рассмотрим электрическую лампу накаливания. Колба была наполнена воздухом, когда в нее помещали угольную нить. Затем воздух откачивали до тех пор, пока не оставалось всего около миллионной доли. Затем колба была запечатана на кончике и стала герметичной. Мы говорим, что пространство внутри - это вакуум. Если лампочка разбита, раздается громкий звук, когда воздух врывается внутрь. Действительно ли колба пуста после откачки воздуха? Осталось ли что-нибудь в лампочке вокруг углеродной нити? Включите электрический ток, и углеродная нить раскалится добела. Свет от раскаленной добела углеродной нити уходит в вакуум. В вакууме нет ничего, что мы могли бы увидеть, пощупать или потрогать, но там должно быть что-то, что переносит свет от углеродной нити. Солнечный свет доходит до земли через девяносто три миллиона миль космического пространства. Есть ли что-нибудь между землей и Солнцем, через что может проходить этот свет? Мы знаем, что свет состоит из волн, и мы не можем думать о волнах, проходящих через пустое пространство. Должно быть что-то между солнцем и землей. То, через что солнечный свет доходит до земли, мы называем эфиром. Именно эфир переносит свет через вакуум в электрической лампочке, а также от солнца к земле. Электрические волны, используемые в беспроводной телеграфии, проходят через этот же эфир. Солнечный свет состоит из таких же волн, и мы не считаем это странным, потому что это так часто встречается. Это правда, что мы не видим световых волн, но они воздействуют на наши глаза так, что с их помощью мы можем видеть объекты и воспринимать мерцание света. Таким образом, с помощью беспроводного приемного устройства мы не видим электрических волн, но мы воспринимаем мигание странного света. Электрические волны и свет распространяются с одинаковой скоростью — 186 000 миль в секунду. Беспроводное сообщение облетит Землю примерно за одну седьмую секунды.

Электрические волны проходят сквозь кирпичную стену так же легко, как солнечный свет проходит сквозь стеклянное окно, но это не так странно, как может показаться. Красный свет не проходит через синее стекло. Синее стекло задерживает красный свет, но пропускает синий. Итак, кирпичная стена задерживает обычный свет, но пропускает свет, который мы называем электрическими волнами.

Некоторые волны на воде длиннее других. Таким образом, электрические волны длиннее световых. Это единственное различие между ними. Фактически, солнечный свет состоит из очень коротких электрических волн. Эти короткие волны воздействуют на наши глаза, но более

длинные электрические волны - нет. Мы ежедневно получаем волны беспроводного телеграфа от солнца, которые мы называем светом. Длина электрических волн, используемых в беспроводной телеграфии, варьируется примерно от шестисот футов до двух миль, в то время как длина самых длинных световых волн, воздействующих на наши глаза, составляет всего одну тридцать три тысячную дюйма.

Чувствительной частью приемного устройства Маркони является когерер. Первый когерер был изготовлен в 1890 году профессором Дж. Эдвард Бранли из Католического университета Парижа. Очень мелкие металлические опилки были помещены в эбонитовую трубку и соединены в цепь с батареей и гальванометром. Сопротивление опилок настолько велико, что ток не протекает. Однако волны от электрической искры воздействуют на опилки так, что они пропускают ток. Говорят, что электрические волны приводят к сцеплению опилок, то есть к более плотному прилеганию друг к другу. Это своеобразная форма электросварки. Бранли обнаружил, что легкое постукивание по трубке ослабляет опилки и останавливает протекание тока.

Все, что требовалось для беспроводного телеграфирования, было под рукой. Люди знали, как создавать электрические волны любой желаемой длины. Они знали, как они будут действовать. Был обнаружен чувствительный приемник. Требовался практичный человек, который должен был объединить части, усовершенствовать детали и применить беспроводный телеграф для реального использования. Это была работа Гульельмо Маркони. В 1894 году, в возрасте двадцати лет, Маркони начал свои эксперименты в поместье своего отца, Вилле Грифоне, Болонья, Италия. Рис. 108 взят с фотографии Маркони и его беспроводных передающих и принимающих устройств.



FIG. 108—MARCONI AND HIS WIRELESS-TELEGRAPH SENDING AND RECEIVING INSTRUMENTS

РИС. 108 –
МАРКОНИ И ЕГО ПРИБОРЫ ДЛЯ ОТПРАВКИ И ПРИЕМА БЕСПРОВОДНЫХ ТЕЛЕГРАФОВ

По мнению Маркони, телеграфирование в космос без проводов кажется не более замечательным, чем телеграфирование с помощью проводов. В проводном телеграфе электрические волны, которые мы затем называем электрическим током, проходят по проводу подобно тому, как звук голоса проходит через переговорную трубку. В беспроводном телеграфе электрические волны распространяются в пространстве без какого-либо проводника. Световые и тепловые волны Солнца доходят до нас через миллионы миль космического пространства, не требуя никаких проводящих проводов. То, что электрические волны распространяются в пространстве так же, как свет, не более удивительно, чем то, что волны должны следовать за всеми витками провода.

Передающий прибор, используемый Marconi, включает в себя индукционную катушку, одна сторона искрового промежутка соединена с землей, а другая - с вертикальным проводом (рис. 109). В цепи вторичной катушки должна быть батарея лейденских банок. Индукционная катушка может приводиться в действие аккумуляторной батареей или динамо-машиной. Вертикальный провод, или антенна, для передающего инструмента то же, что дека для скрипки. Он необходим для увеличения силы волн. В беспроводном телеграфе необходимо использовать несколько проводов. Он называется беспроводным, потому что станции не соединены проводами. Антенна для работы на больших расстояниях состоит из сети воздушных проводов. При нажатии клавиши через разрядник быстро проносится череда искр. Таким образом, антенна, или воздушный провод, сконструирована таким образом, чтобы посылать электрические волны. При нажатии клавиши в течение более длительного или более короткого времени может быть произведена более длинная или более короткая серия волн и, соответственно, более длительное или более короткое воздействие на приемник. Таким способом могут передаваться точки и тире азбуки Морзе.

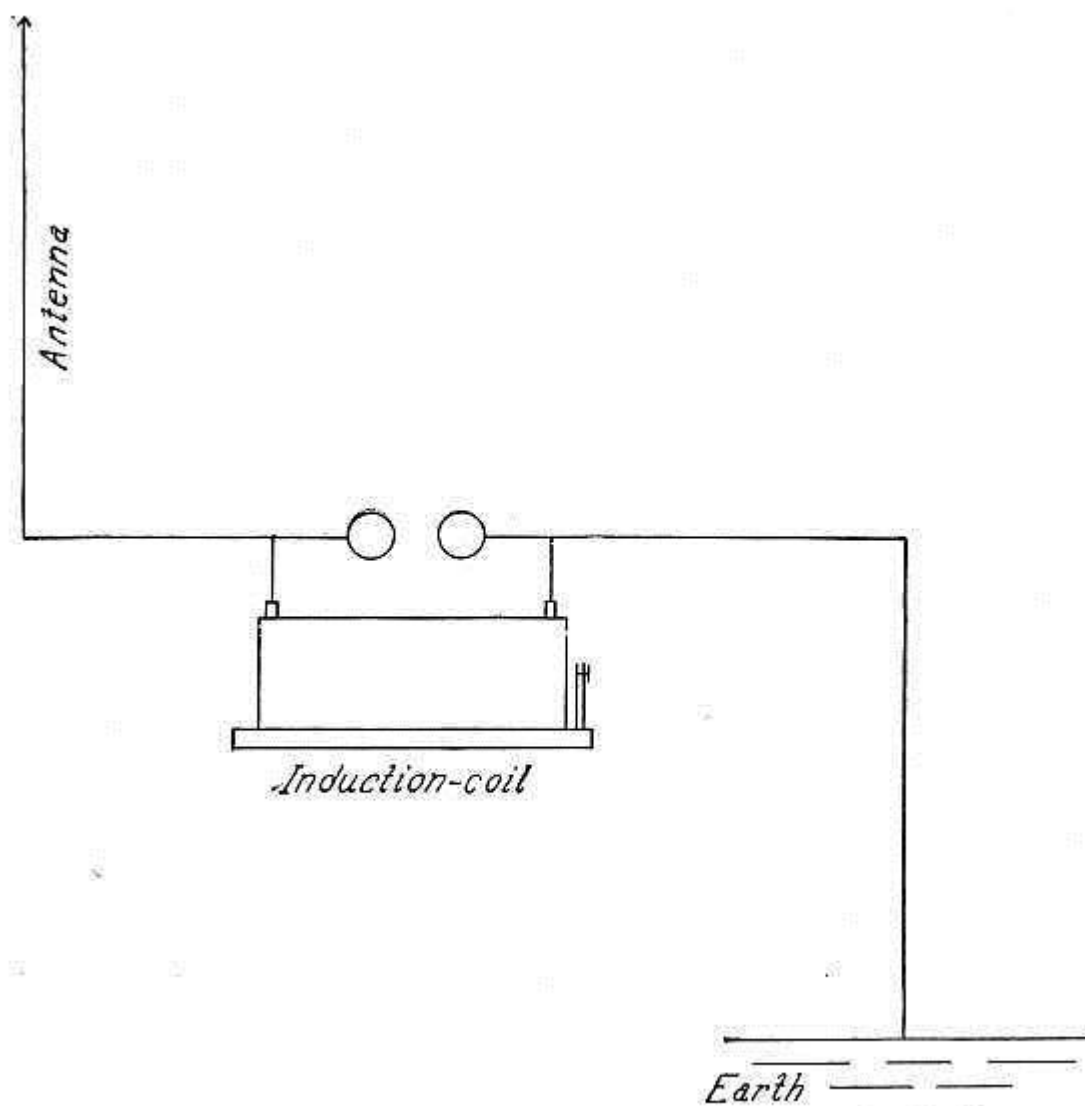


FIG. 109—DIAGRAM OF WIRELESS-TELEGRAPH SENDING APPARATUS

РИС. 109—СХЕМА

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕЛЕГРАФНЫХ СООБЩЕНИЙ

На приемной станции имеется две цепи. Одна включает в себя когерер, местную батарею и телеграфное реле (рис. 110). Другая цепь, которая размыкается и замыкается реле, включает в себя регистрирующий прибор и отбойник. Один конец когерера соединен с землей, а другой - с вертикальным проводом, подобным тому, который используется для передатчика. Электрические волны сваривают опилки в когерере, и это замыкает первый контур. Затем реле замыкает вторую цепь, регистрирующий прибор фиксирует точку или тире, а отбойник ударяет по когереру и разрывает опилки, подготавливая их к новому потоку электрических волн.

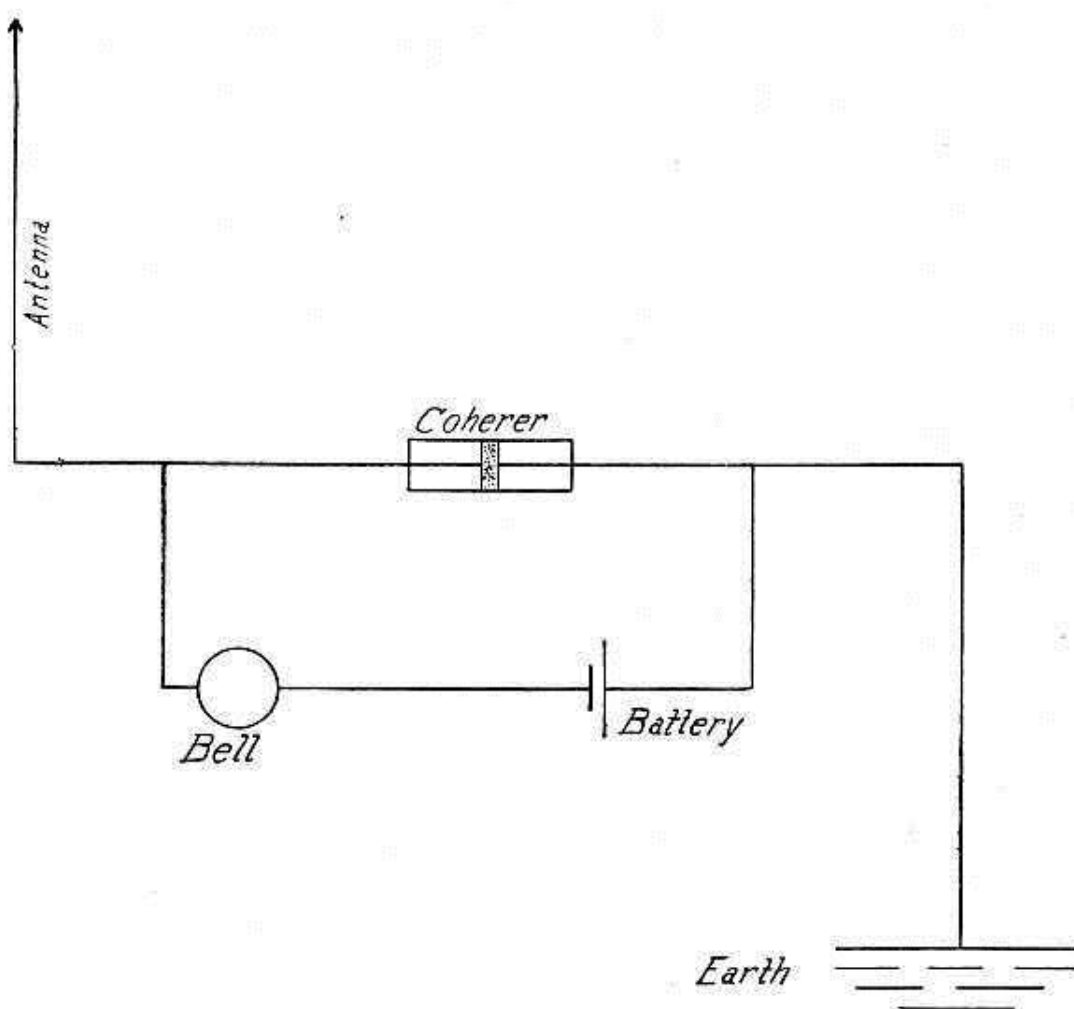


FIG. 110—DIAGRAM OF MARCONI WIRELESS-TELEGRAPH RECEIVING APPARATUS

РИС. 110—СХЕМА

ПРИЕМНОГО УСТРОЙСТВА БЕСПРОВОДНОГО ТЕЛЕГРАФА МАРКони

Вторая схема, описанная в тексте, здесь не показана. Реле и вторая схема заменили бы электрический звонок. В схеме, как показано здесь, электрические волны заставили бы когерер замкнуть цепь и позвонить в колокольчик.

При таком расположении одновременно можно было работать только с двумя станциями. Хотя станции должны были быть установлены во всех городах Великобритании, одновременно могло быть отправлено только одно сообщение, и все станции, кроме одной, должны были сохранять тишину, потому что вторая серия волн смешалась бы с первой, что привело бы к путанице.

Следующей попыткой Маркони было сделать возможной отправку любого количества сообщений одновременно. Это привело к созданию его системы настройки отправляющих и принимающих инструментов. При такой системе принимающий инструмент будет принимать сообщение только от передающего инструмента, с которым он настроен. Таким образом, любое количество станций беспроводного телеграфирования может работать одновременно, волны пересекают друг друга во всех направлениях, не создавая помех, каждый приемник реагирует

на предназначенные для него волны. Океанский пароход с настроенной системой может одновременно отправлять одно сообщение и принимать другое с другой станции.

Целью Маркони было отправить беспроводное сообщение через Атлантику. Он спокойно провел свою подготовку, построив в Полду, Корнуолл, Англия, более мощный передатчик, чем тот, который до сих пор использовался. В полдень 12 декабря 1901 года он сидел в комнате старых казарм на Сигнальном холме, недалеко от Сент-Джонса, Ньюфаундленд, ожидая сигнала из Англии. Его помощники на станции в Полду должны были каждый день в определенное время передавать по телеграфу через океан букву "S". На столе стояло принимающее устройство, сделанное очень чувствительным и включавшее телефонную трубку. Проволока вела из окна к огромному воздушному змею, которого яростный ветер держал в четырехстах футах над ним. Один воздушный змей и воздушный шар, которые использовались для крепления антенны, были унесены в море. Некоторое время он прижимал телефонную трубку к уху. Наступило критическое время, ради которого он работал годами, для которого его триста патентов подготовили почву и для которого его компания построила дорогостоящую электростанцию в Полду. Он спокойно слушал, на его лице не было никаких признаков эмоций. Внезапно раздался резкий щелчок отбойного молотка, когда он ударил по связному устройству. Через некоторое время Маркони передал телефонную трубку своему помощнику. "Посмотри, сможешь ли ты что-нибудь услышать", - сказал он. Мгновение спустя, слабо, но все же отчетливо, раздались три маленьких щелчка, точки буквы "S", выбитые мгновением раньше в Англии. Победа Маркони была одержана.

Летательный аппарат может быть оснащен беспроводным телеграфом, чтобы человек мог телеграфировать во время полета по воздуху. Нужны два человека: один для управления летательным аппаратом, другой для отправки телеграфных сообщений. Это было сделано с помощью машины Райта и нескольких дирижаблей. Разумеется, беспроводные приборы на летательном аппарате не могут быть подключены к земле. Вместо заземления имеется вторая антенна.—по одной антенне с каждой стороны разрядника. В то время как в обычных беспроводных приборах разряд перемещается взад и вперед между антенной и землей, в беспроводных устройствах для летательных аппаратов разряд перемещается взад и вперед между двумя антеннами. В аппарате Райта, оборудованном для беспроводной телеграфии, две антенны размещены одна под верхней плоскостью, другая под нижней плоскостью летательного аппарата.

Для беспроводного телеграфа требуется больше энергии, чем для проводного. В проводном телеграфе требуется около одной сотой лошадиной силы, чтобы отправить сообщение на сто двадцать миль. Чтобы отправить сообщение на такое же расстояние с помощью беспроводной связи, требуется примерно десять лошадиных сил, или в тысячу раз больше, чем при использовании проводного телеграфа. Это происходит потому, что в беспроводном телеграфе волны расходятся во всех направлениях, и большая часть энергии тратится впустую. В проводном телеграфе электрические волны направляются вдоль провода, и очень мало энергии тратится впустую. По той же причине голос человека можно услышать на большом расстоянии через переговорную трубку. Трубка направляет звук и предотвращает его некоторое рассеяние, подобно тому как провод направляет электрические волны.

Верхние провода станции беспроволочного телеграфа излучают "темный" свет во время отправки сообщения. (См. Фронтиспис.) Стоя темной ночью возле станции, ничего не видно, а

слышно только ужасающий треск электрического разряда. Камера, однако, показывает, что свет в проводах гаснет. Это свет с более короткими волнами, чем любой другой, который может воспринимать глаз, но чувствительная пленка фотопластинки делает его известным нам.

Беспроводной телефон

При отправке сообщения по проводному телеграфу ток протекает по линейному проводу при нажатии клавиши. При отпускании клавиши ток прекращается. Схема создается и разрывается для каждой точки или тире. Это мы можем назвать прерывистым током. Теперь мы увидели, что попытка изобрести проводной телефон, использующий прерывистый ток, провалилась. Во время разговора по проводному телефону по проводному проводу должен течь ток (переменный). Звук голоса не создает и не разрывает цепь, но изменяет силу тока. Этот переменный ток удивительно чувствителен. Он может варьироваться по скорости своего чередования или количеству чередований в секунду, чтобы соответствовать звуку любой высоты. Он варьируется по силе, чтобы соответствовать всем вариациям голоса, и воспроизводит в приемнике не только произносимые слова, но и качество голоса, так что голос друга можно узнать по телефону почти так же хорошо, как при разговоре лицом к лицу.

То же самое верно для беспроводного телеграфа и телефона. Вместо электрического тока давайте скажем "поток электрических волн". Тогда мы можем сказать о беспроводной связи все, что мы уже говорили о проводном телеграфе и телефоне. При отправке сообщения по беспроводному телеграфу поток электрических волн возникает при нажатии клавиши и прекращается при отпускании клавиши. Мы имеем прерванный поток электрических волн. Но прерывистый поток волн нельзя использовать для беспроводного телефона так же, как прерывистый ток нельзя использовать для проводного телефона. Должен существовать постоянно текущий поток электрических волн, и сила и форма этих волн должны изменяться звуком голоса. На рис. 111 показан приемник беспроводного телефона, в котором для передачи сообщения используется свет. Свет воздействует на приемник таким образом, чтобы воспроизводить звук.

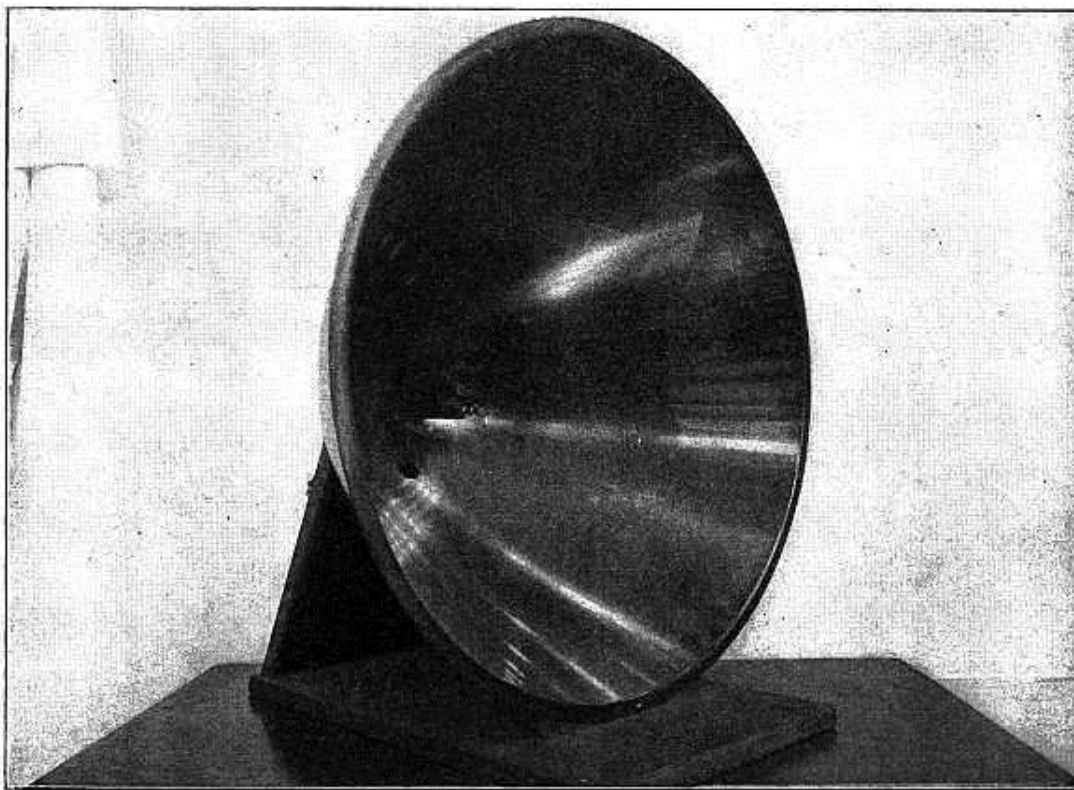


FIG. III—RECEIVER OF BELL'S PHOTOPHONE

РИС. 111–

ПРИЕМНИК ФОТОФОНА БЕЛЛА

Ранняя идея в области беспроводной телефонии.

В приемнике беспроводного телеграфа прерванный поток электрических волн создает и размыкает цепь электрической батареи. Приемник беспроводного телефона не должен создавать и размыкать электрическую цепь, но он должен быть чувствителен ко всем изменениям электрических волн. Одним из таких приемников является audion, который мы сейчас опишем.

Аудион был изобретен доктором Ли де Форестом. Де Форест получил степень доктора философии в Йельском университете, написав диссертацию на эту степень по теме электрических волн. Затем он поступил на работу в Western Electric Company в Чикаго и, находясь на этой должности, работал по ночам в своей комнате над экспериментами с электрическими волнами.

Здесь он обнаружил, что газовое пламя чувствительно к электрическим волнам (рис. 112). Если газовое пламя сделать частью цепи электрической батареи, которая включает также индукционную катушку, подключенную к телефонной трубке, то при появлении потока электрических волн в приемнике раздается щелчок. Волны изменяют сопротивление пламени и, следовательно, силу тока. Пламя - это простой источник звука. На электрические волны реагирует нагретый газ в пламени.

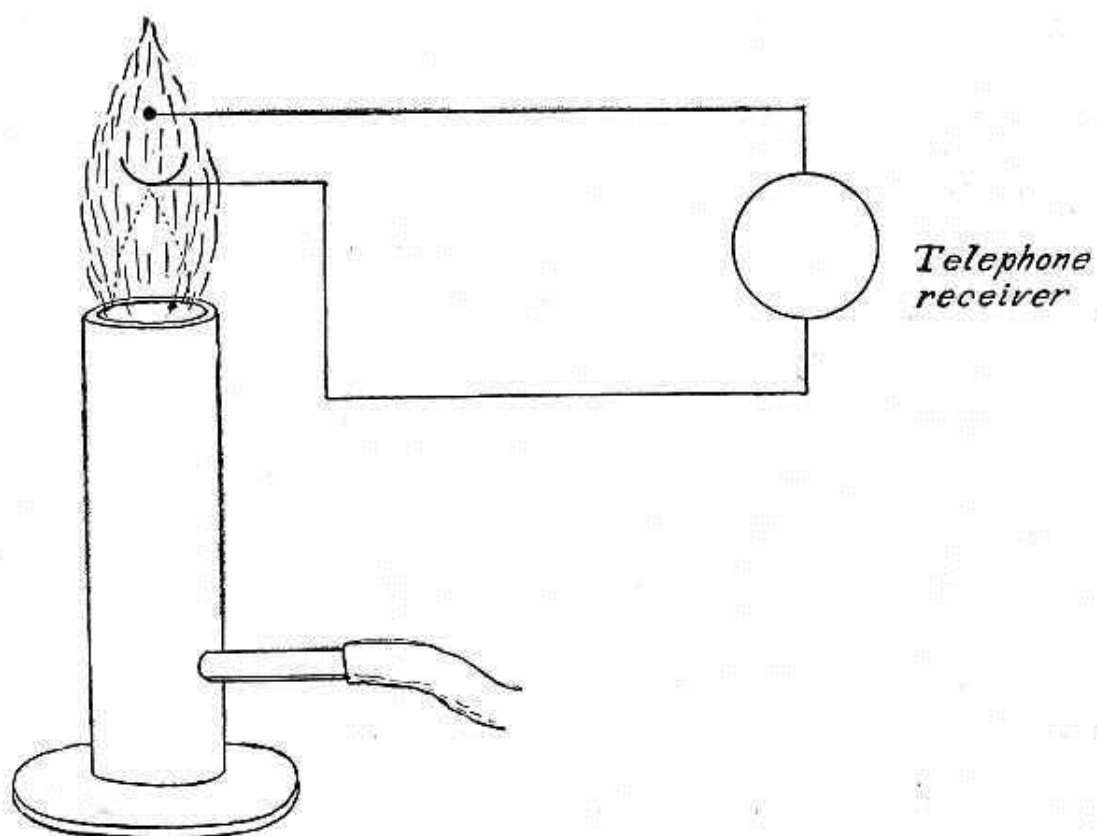


FIG. 112—A GAS FLAME IS SENSITIVE TO ELECTRIC WAVES

РИС. 112—

ГАЗОВОЕ ПЛАМЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНО К ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ВОЛНАМ

Если вместо газового пламени использовать лампу накаливания с металлической нитью накала, а по обе стороны от нити накала - небольшую полоску платины, получается более чувствительный приемник. Это audion, который является отличительной чертой беспроводного телеграфа и радиотелефона De Forest. Металлическая нить накала раскаляется добела под действием тока от аккумуляторной батареи. Разрежение в колбе примерно такое же, как в обычной электрической лампе накаливания. Поэтому в колбе остается очень небольшое количество газа. Наэлектризованные частицы газа более свободно реагируют на электрические волны в этой колбе, чем в газовом пламени.

Беспроводной телефон De Forest был принят на вооружение военно-морского флота Соединенных Штатов незадолго до кругосветного похода в 1908 году. Каждый корабль военно-морского флота был оснащен беспроводным телефоном, позволявшим адмиралу разговаривать с офицерами любого судна на расстоянии до тридцати пяти миль. Беспроводной телефон, используемый на боевом корабле, показан на рис. 113.

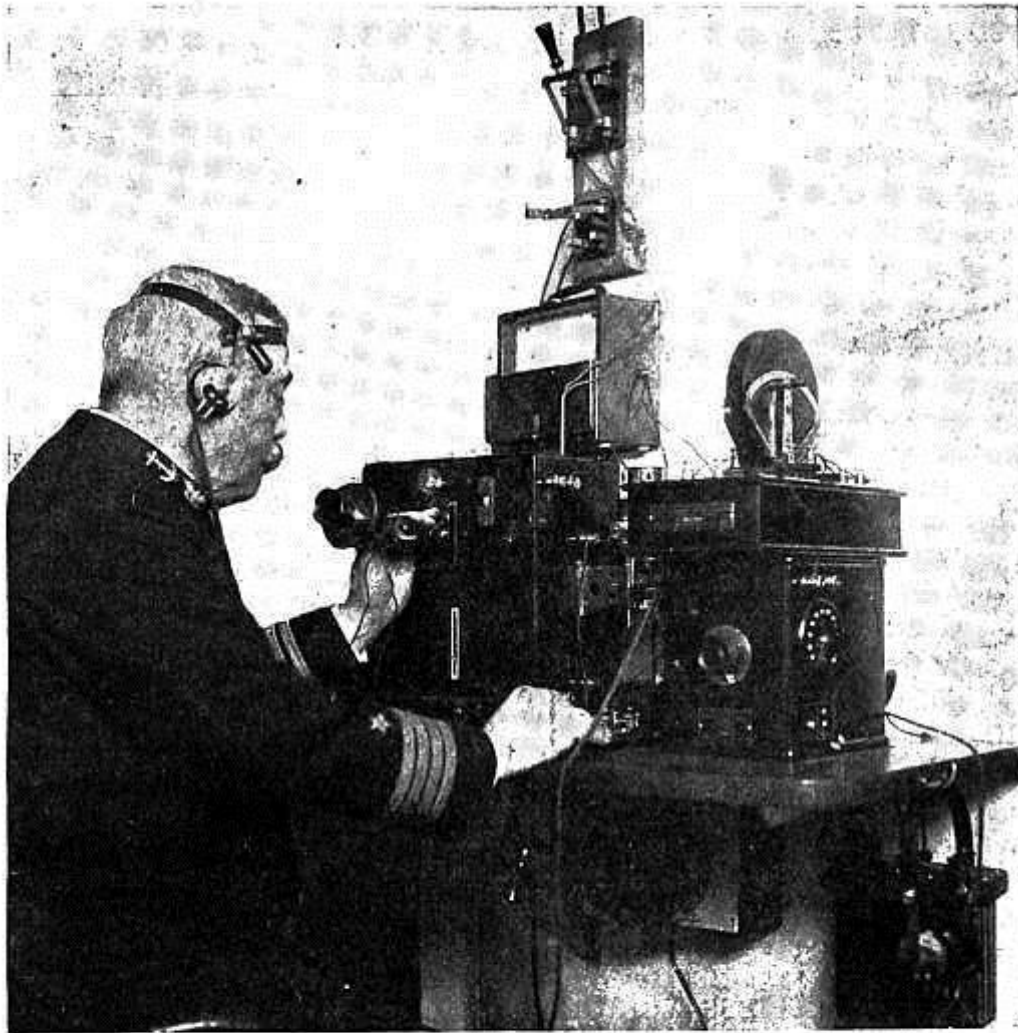


FIG. 113—CAPTAIN INGERSOLL ON BOARD THE U. S. BATTLE-SHIP
"CONNECTICUT" USING THE WIRELESS TELEPHONE

РИС. 113.

КАПИТАН ИНГЕРСОЛЛ НА БОРТУ АМЕРИКАНСКОГО ЛИНКОРА "КОННЕКТИКУТ" РАЗГОВАРИВАЕТ
По РАДИОТЕЛЕФОНУ

Чудеса переменного тока

До появления электрического тока люди использовали силу падающей воды. Рядом с водопадом располагалась мельница или завод, использующий энергию воды. Вода вращала огромное колесо, к которому было подключено оборудование мельницы, и только после изобретения динамо-машины и мотора энергию воды можно было использовать на большом расстоянии. Если бы сто лет назад человек сказал, что придет время, когда водопад сможет вращать колеса мельницы за сотню миль отсюда, над ним бы посмеялись. И все же именно это произошло. Действительно, один водопад может привести в движение колеса многих заводов, запустить трамваи и осветить города на расстоянии в сто миль и даже больше. Энергия падающей воды передается по тонким медным проводам от огромной динамо-машины рядом с водопадом к двигателям фабрик и трамваев.

Мощность падающей воды Ниагары составляет около пяти миллионов лошадиных сил. Сейчас используется примерно сотая часть этой мощности. Вода, падающая в яму с колесами глубиной 141 фут, вращает огромную динамо-машину весом 87 000 фунтов со скоростью 250 оборотов в минуту. Используется ряд таких динамо-машин, питающих переменный ток напряжением 22 000 Вольт, при этом ток меняется со скоростью двадцать пять раз в секунду. Такое давление слишком велико для двигателей и электрических ламп, но ток под высоким давлением подается к месту, где он должен быть использован, и там преобразуется в ток низкого давления. При передаче тока по длинной линии потери меньше, если ток передается при высоком давлении. Это можно сделать с помощью переменного тока и изменить ток с помощью трансформатора на ток низкого давления.

Трансформатор - это просто две катушки проволоки, намотанные на железный сердечник. Самый простой трансформатор - это форма, которую использовал Фарадей, когда открыл электромагнитную индукцию. Если вместо того, чтобы создавать и разрывать цепь, которая течет только в одном направлении, как это сделал Фарадей, мы заставляем переменный ток протекать через одну из катушек, которую мы можем назвать первичной, каждый раз, когда ток меняет направление в первичной обмотке, магнитное поле меняется на противоположное, то есть конец катушки, который был северным полюсом, становится южным полюсом. Это быстро меняющееся магнитное поле индуцирует ток во вторичной обмотке. Каждый раз, когда магнитное поле первичной обмотки меняется на противоположное, ток во вторичной обмотке меняет направление. Таким образом, переменный ток в первичной обмотке индуцирует переменный ток во вторичной. Одна из этих катушек состоит из тонкой проволоки, которая многократно наматывается на утюг. Другой состоит из более грубой проволоки, намотанной всего несколько раз на утюг. Предположим, что ток необходимо изменить с высокого давления на низкое. Затем ток высокого давления из линии пропускается через многовитковую катушку, а ток низкого давления выводится из многовитковой катушки. Изменяя количество витков провода в катушках, мы можем регулировать давление по своему усмотрению. Если давление или напряжение вторичной катушки меньше, чем на первичной, у нас есть "понижающий" трансформатор. С другой стороны, если мы посылаем ток от линейного провода через катушку в несколько витков, то мы получаем более высокое напряжение от вторичной катушки, чем от линейного провода, и у нас есть "повышающий" трансформатор. Ток Niagara "понижен" с 22 000 вольт до 220 вольт для использования в двигателях.

Электрическая лампа может гореть, хотя и не подключена ни к какой батарее или динамо-машине, а подключена только к мотку провода (рис. 114). Более того, катушка может быть изолирована таким образом, чтобы в нее не мог поступать ток от любой другой катушки или провода, и все же лампу можно зажечь. Это можно сделать только с помощью переменного тока. Если катушка, к которой подключена лампа, находится в магнитном поле переменного тока, то в катушке индуцируется другой переменный ток, и этот второй ток протекает через лампу.

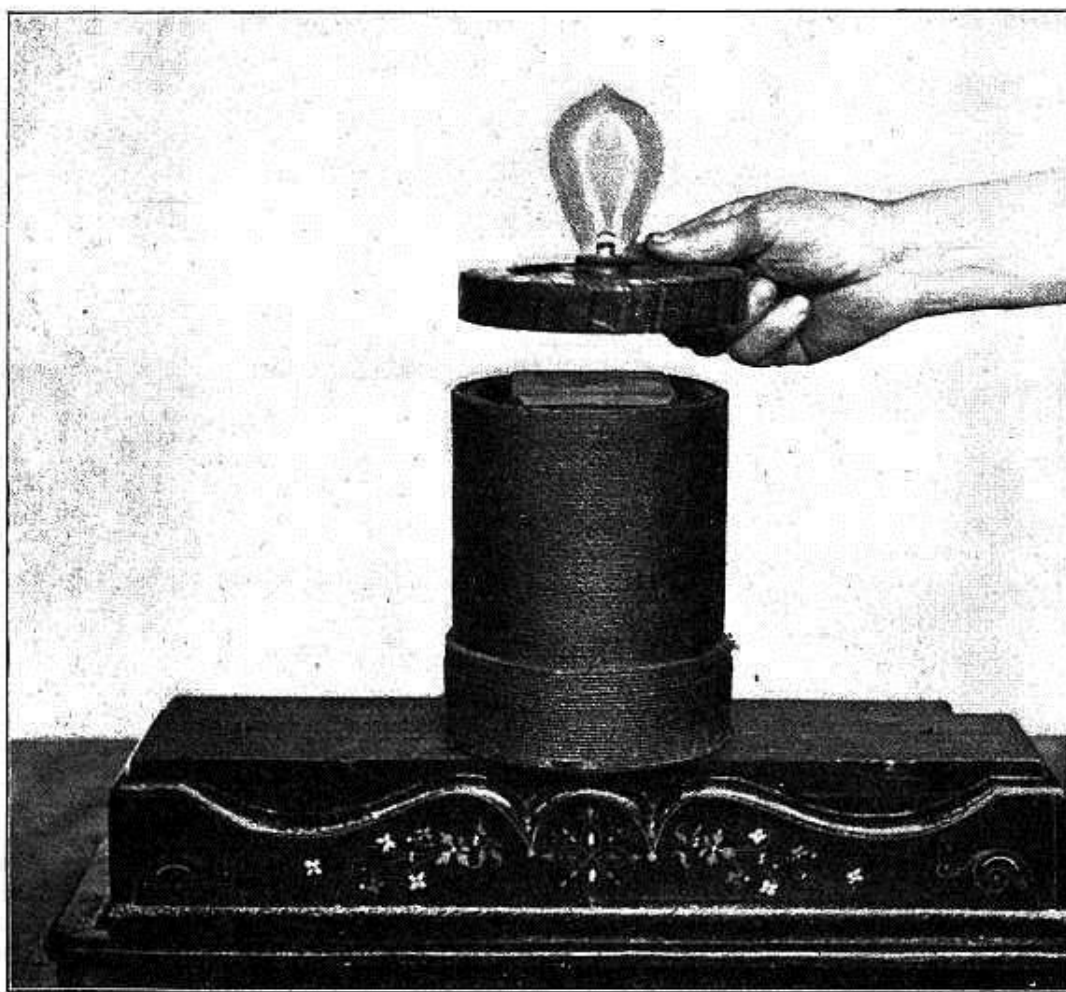


FIG. 114—INCANDESCENT ELECTRIC LAMP LIGHTED THOUGH NOT CONNECTED TO ANY BATTERY OR DYNAMO

РИС. 114–

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЛАМПА НАКАЛИВАНИЯ ГОРИТ, НО НЕ ПОДКЛЮЧЕНА НИ К БАТАРЕЕ, НИ К ДИНАМО-МАШИНЕ

Мы уже узнали, что изменяющееся магнитное поле индуцирует ток в катушке. Теперь катушка, по которой течет переменный ток, имеет вокруг себя изменяющееся магнитное поле, и если катушку лампы поместить в это изменяющееся магнитное поле, переменный ток будет протекать через катушку и лампу. Изоляция на катушке лампы не препятствует действию магнитного поля, хотя она предотвращает попадание тока в катушку. Ток индуцируется в самой катушке и не поступает в нее из какого-либо внешнего источника.

Трансформатор работает точно так же, с той лишь разницей, что в трансформаторе две катушки находятся на одном железном сердечнике. Но в трансформаторе две катушки изолированы так, что ток не может перетекать от одной катушки к другой. Когда используются переменный ток и трансформаторы, ток, который зажигает лампы в домах или на улицах, не является током от динамо-машины. Это новый ток, индуцируемый во вторичной обмотке трансформатора магнитным полем первичной обмотки.

Никола Тесла создал своеобразный трансформатор, который вырабатывает переменный ток, меняющий направление миллионы раз в секунду. Этот ток будет делать много замечательных вещей, которые не под силу обычному току. Он осветит комнату или запустит двигатель без подключения проводов. Он произвел электрический разряд длиной шестьдесят пять футов (рис. 115 и 116). Хотя этот ток возникает под давлением в миллионы вольт, он может безопасно проходить через человеческое тело. Как ни странно, безопасность этого течения обусловлена высоким давлением и быстротой, с которой оно меняет направление. В то время как ток, используемый в Синг-Синге при казни преступников, имеет напряжение около двух с половиной тысяч вольт, ток, имеющий напряжение в миллион вольт и изменяющийся сотни тысяч или миллионы раз в секунду, безвреден; При таком токе человеческое тело может превратиться в "провод под напряжением", и зажженную электрическую лампу нужно держать в одной руке, в то время как другая рука сжимает провод от трансформатора.

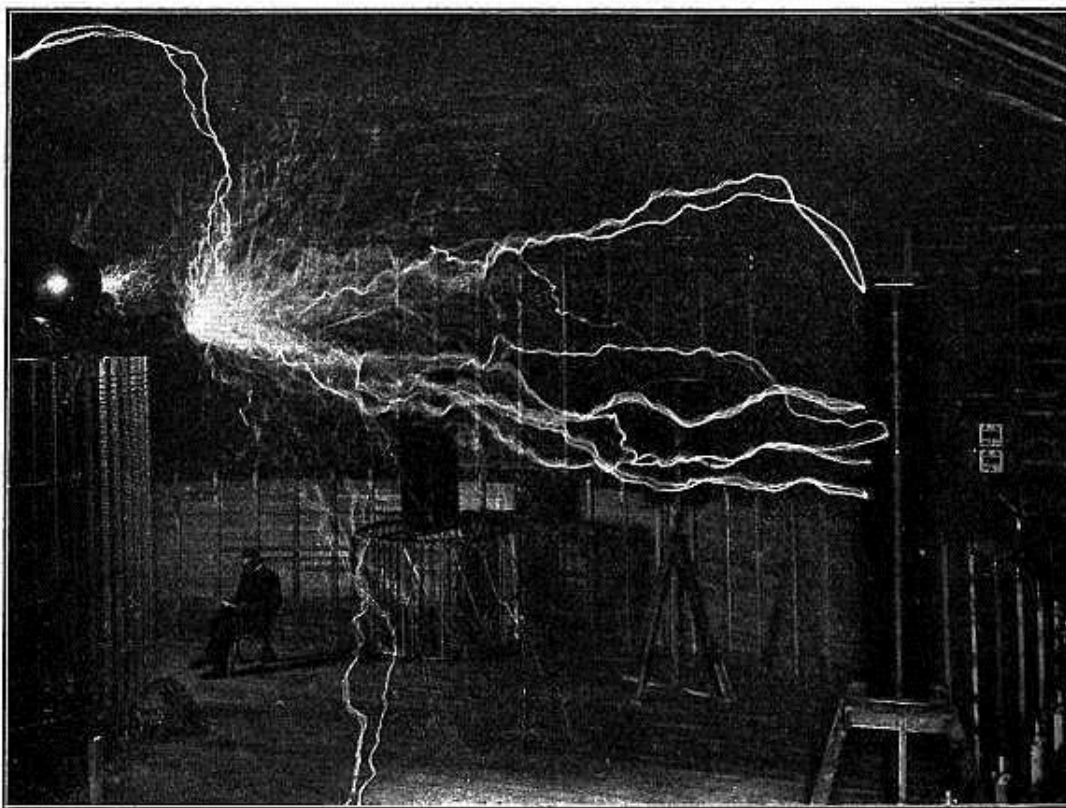


FIG. 115—AN ELECTRIC DISCHARGE AT A PRESSURE OF 12,000,000 VOLTS,
A CURRENT OF 800 AMPERES IN THE SECONDARY COIL

РИС. 115—
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАЗРЯД ПРИ ДАВЛЕНИИ 12 000 000 ВОЛЬТ, ТОКЕ 800 АМПЕР В₀ ВТОРИЧНОЙ
ОБМОТКЕ

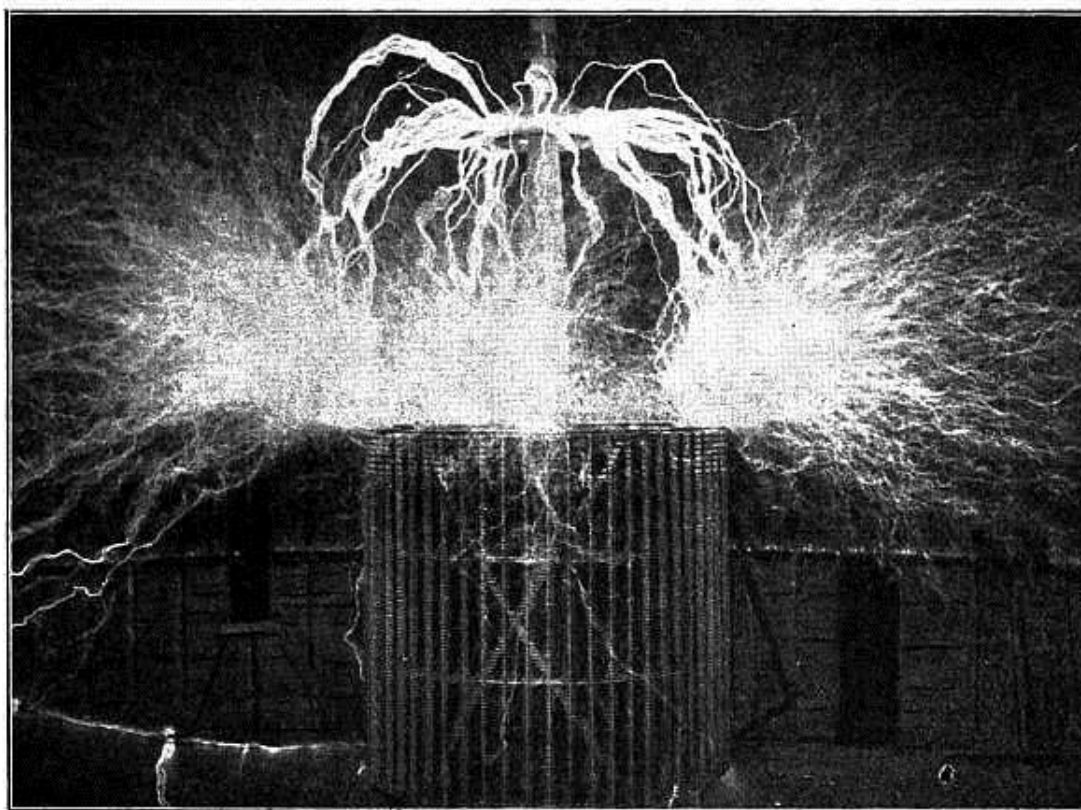


FIG. 116.—AN ELECTRIC DISCHARGE SIXTY-FIVE FEET IN LENGTH

РИС.

116.ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАЗРЯД ДЛИНОЙ ШЕСТЬДЕСЯТ ПЯТЬ ФУТОВ

Рентгеновские лучи и радий

Странный свет , который проходит через человеческое тело так же легко , как солнечный свет через окно , был обнаружен профессором Дж . Wilhelm Konrad Roentgen, of the University of Würzburg. Этот свет, который профессор Рентген назвал рентгеновскими лучами, испускается, когда электрический разряд под высоким давлением проходит через определенного рода стеклянную трубку, из которой откачивается воздух до тех пор, пока не создается почти идеальный вакуум.

Рентгеновские лучи были открыты случайно. Профессор Рентген работал за своим столом с одной из стеклянных трубок, когда его позвали на обед. Он положил трубку с проходящим через нее электрическим разрядом на книгу. Вернувшись с обеда, он взял подставку для фотопластинок, которая была под книгой, и сделал несколько снимков на открытом воздухе с помощью своей камеры. При проявке пластинок на одной из них появилось изображение ключа. Сначала он был сильно озадачен, но после поисков ключа нашел его между листами книги. Странный свет от электрического разряда в стеклянной трубке проходил через книгу и твердый резиновый слайд держателя пластинки и создавал теневое изображение ключа на фотопластинке. Он испробовал странный свет многими способами и обнаружил, что он может проходить сквозь многие объекты. Он может проходить даже сквозь человеческое тело, так что можно получить теневые изображения костей и органов тела. На рис. 117 показан врач, использующий рентгеновские снимки. На рис. 118 приведена рентгеновская фотография глаза.

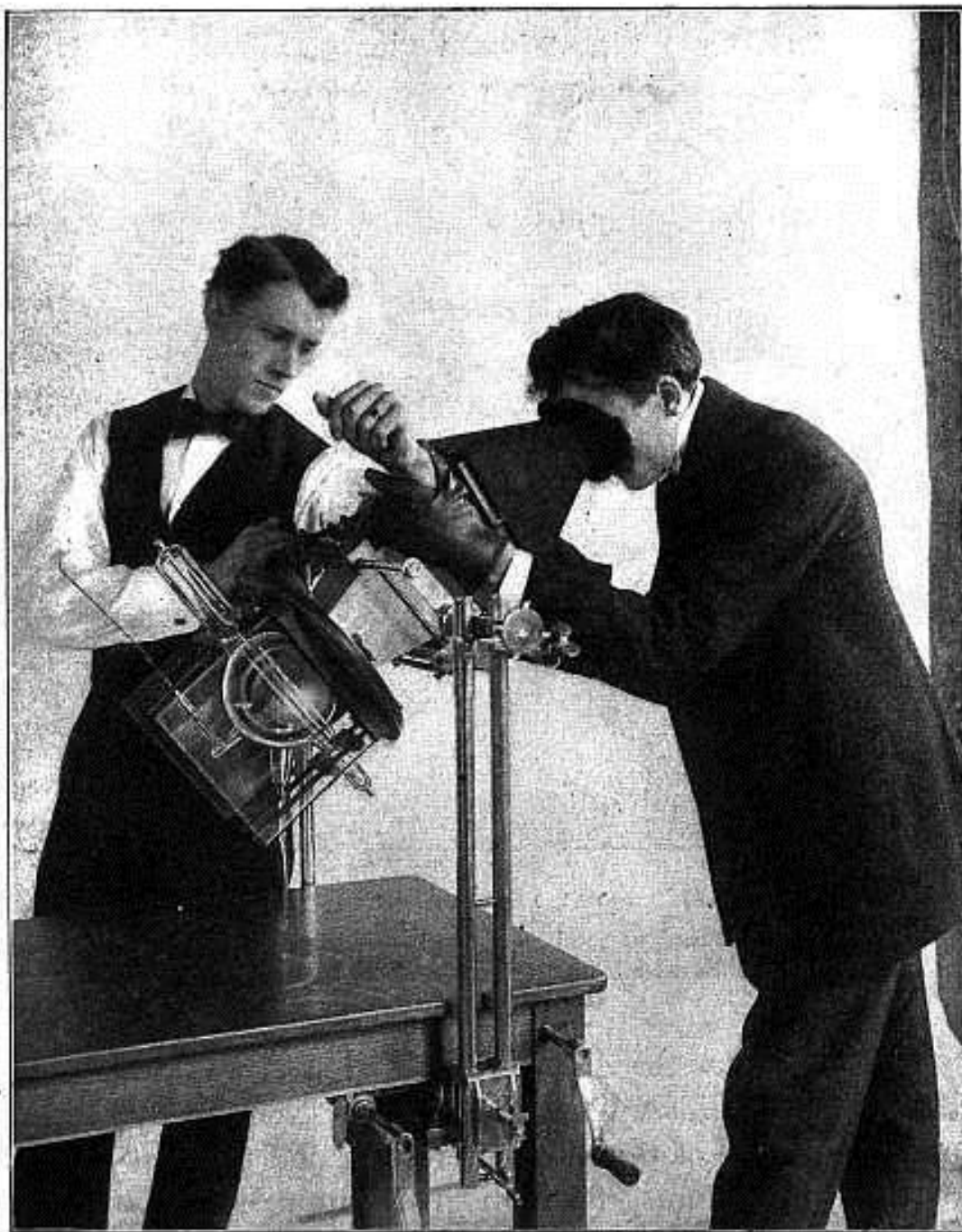


FIG. 117—A PHYSICIAN EXAMINING THE BONES OF THE ARM BY MEANS OF X-RAYS

ИССЛЕДУЮЩИЙ КОСТИ РУКИ С ПОМОЩЬЮ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ

РИС. 117 – ВРАЧ,

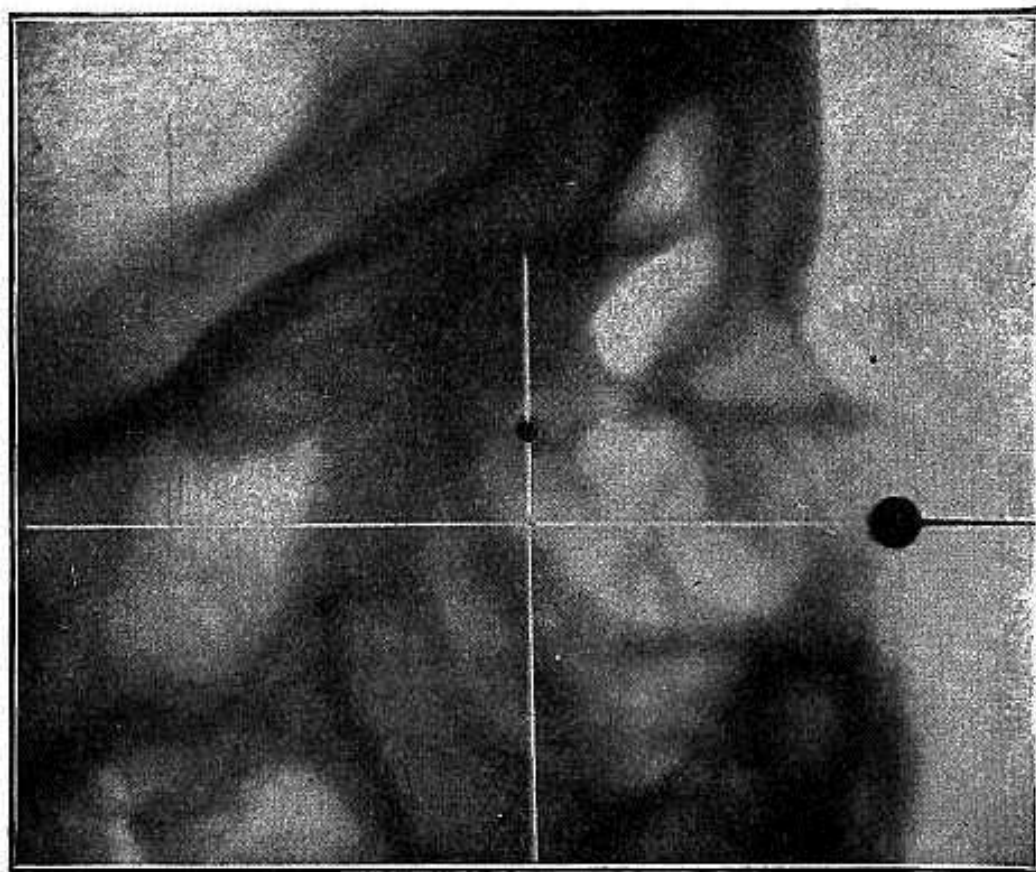


FIG. 118—X-RAY PHOTOGRAPH OF THE EYE

РИС. 118—

РЕНТГЕНОВСКИЙ СНИМОК ГЛАЗА

Глаз находится выше и левее большого черного круга. Меньший черный круг - это укол, попавший в заднюю часть глаза.

Вскоре после открытия рентгеновских лучей было обнаружено, что свет, очень похожий на рентгеновские лучи, испускают определенные минералы. Одним из самых интересных и наиболее известных из них является радий. Радий излучает свет, похожий на рентгеновские лучи, которые проходят через медь и другие металлы. Он совершает много других странных вещей. Он излучает тепло так же, как и свет; на самом деле тепла так много, что он всегда примерно на пять градусов теплее, чем воздух вокруг него. Он продолжает выделять тепло с такой скоростью, что фунт радия способен растопить фунт льда каждый час. Вероятно, это может продолжаться по меньшей мере тысячу лет. Если бы это тепло можно было использовать для работы двигателя, сто фунтов радия могли бы работать на двигателе мощностью в одну лошадиную силу без остановки в течение многих сотен лет. Энергию尼亚гары можно было бы заменить энергией радия, если бы был изобретен двигатель, способный использовать эту энергию. Рис. 119 взят с фотографии, сделанной с использованием радия.

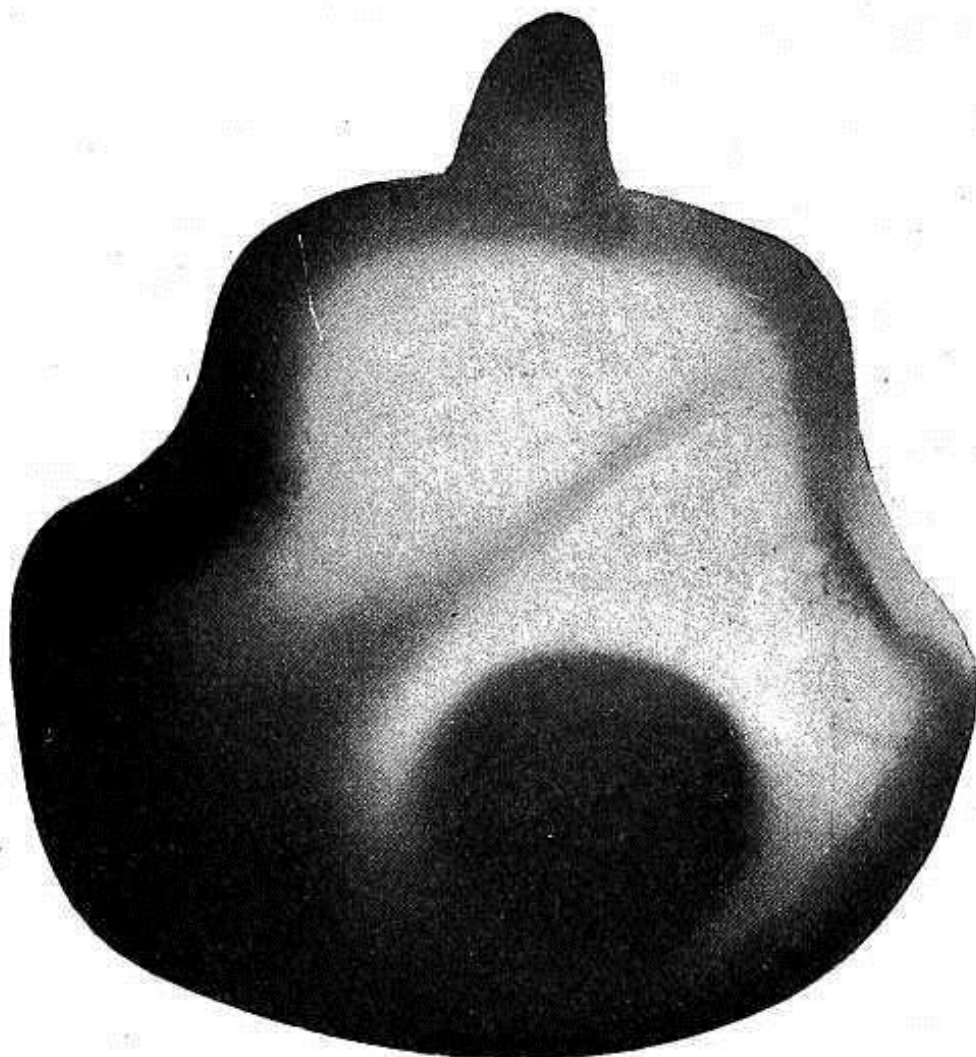


FIG. 119—PHOTOGRAPH MADE WITH RADIUM

РИС. 119—

ФОТОГРАФИЯ, СДЕЛАННАЯ С ПОМОЩЬЮ РАДИЯ

Кошелек с монетой. Странный свет от радия проходит через сумочку и предметное стекло подставки для пластин и создает изображение тени.

Великий изобретатель будущего, возможно, сумеет использовать тепло радия или какую-то новую энергию, неизвестную сейчас. Мы видели, как в результате многолетнего труда многих людей появились на свет великие изобретения нашего века. Возможно, сейчас мы являемся свидетелями создания других великих изобретений.

ПРИЛОЖЕНИЕ

КРАТКИЕ ЗАМЕТКИ О ВАЖНЫХ ИЗОБРЕТЕНИЯХ

Воздушная навигация

Первый воздушный шар —братья Монгольфье, Франция, 1783 год.

Первое восхождение на воздушном шаре —Розье, Франция, 1783 год.

Первый газовый баллон—Шарль, Франция, 1783 год.

Первое пересечение Ла—Манша на воздушном шаре -Бланшар, 1785 год.

Первый успешный полет на дирижабле —Ла Франс, Ренар и Кребс, Франция, 1884.

Первый успешный самолет с моторным приводом - братья Райт, США; дата патента 1906г.

Первое пересечение Ла—Манша на самолете -Блерио, 1909.

Первый воздушный корабль для регулярных пассажирских перевозок - граф Цеппелин, Германия, 1910 год.

Сельское хозяйство

Плуг с чугунной опалубкой и железными лемехами -Джеймс Смолл, Шотландия, 1784 год.

Машина для обмолота зерна -Эндрю Мейкл, Англия, 1788 год.

Жатка Маккормика, первая практическая зерноуборочная машина -Сайрус Х. Маккормик, США, 1831.

Саморезы для комбайнов -Маккормик, 1845.

Наклонная платформа и элеватор в жатке, позволяющие людям, убирающим зерно, ездить вместе с машиной —Дж. С. Марш, США, 1858.

Введено заграждение из колючей проволоки -Соединенные Штаты, 1861 год.

Самосвальное, первое автоматическое устройство для обвязки зерна для жатки -Джейкоб Бехел, США, 1864.

Угрюмый плуг—Б. Слуссер, Соединенные Штаты, 1868 год.

Шпагат-связующее для комбайнов —М. Л. Горэм, США, 1873.

Усовершенствованный самозакрепляющийся жатка-Замок и дерево, США, 1873г.

Машина с колючей проволокой -Глидден и Вон, Соединенные Штаты, 1874 год.

Роторно—дисковый культиватор-Мэллон, США, 1878 год.

Паровой плуг—У. Фой, Соединенные Штаты, 1879 год.

Комбинированный комбайн и молотилка—Маттесон, США, 1886 год.

Автомобильная косилка—Deering Harvester Company, США, 1901 год.

Автомобиль

Первый паровой автомобиль-Кюньо, Франция, 1769 год.

Первая цепная передача мощности в автомобиле—Каталка, Англия, 1829 год.

Применение газового двигателя в дорожных транспортных средствах, зарождение современного автомобиля —Готлиб Даймлер и Карл Бенц работают независимо друг от друга, Германия, 1886 год. Изобретение Даймлера состояло из двухцилиндрового

двигателя воздушного охлаждения. Им занялись в 1889 году Панхард и Левассор из Парижа, которые сразу же приступили к постройке автомобиля. Это было началом автомобильной промышленности.

Велосипед

Первый велосипед —Браншар и Магурье, Франция, 1779 год.

Велосипед безопасности с цепью с задним приводом -Джордж У. Марбл, США, 1884 год.

Велосипеды, впервые оснащенные пневматическими шинами —1890 год.

Изобретения в области электротехники

Уильям Гилберт, Англия, 1540-1603 гг., которого называют "отцом философии магнетизма", первым употребил термины "электрическая сила", "электрическое притяжение", "магнитный полюс".

Первая электрическая машина, устройство для производства электроэнергии трением — Отто фон Герике, Германия, около 1681 года.

Открытие проводников и изоляторов —Стивен Грей, Англия, 1696-1736.

Первым обнаружил, что электрические заряды бывают двух видов —Систерне дю Фэй, Франция, 1698-1739; Дю Фэй также был первым, кто попытался объяснить электрическое действие. Он предположил, что электричество состоит из двух жидкостей, которые разделяются трением, и которые нейтрализуют друг друга при соединении. Эта теория была более полно изложена Робертом Симмером.

Лейденская банка — впервые обнаружена фон Клейстом в 1745 году. Такое же открытие было сделано и лейденской банкой, представленной вниманию общественности в 1746 году Питером ван Мушенбруком в Голландии.

Громоотвод-бенджамин Франклин, 1732 год.

Гальванопокрытие —Луиджи Бругнателли, Италия, 1805 год.

Вольтова дуга, мощная дуговая лампа, вырабатываемая при помощи тока батареи —сэр Хамфри Дэви, Англия, 1808 год.

Аккумуляторная батарея—Риттер, Германия, 1803 год. Платиновые провода опускали в воду и пропускали через батарею ток. На одном проводе скапливался водород, а на другом - кислород. Если бы платиновые провода были отсоединены от батареи и соединены друг с другом проводником, два провода действовали бы как пластины батареи, и в новой цепи в течение короткого времени протекал бы ток.

Открытие электромагнетизма —Х. К. Эрстед, Дания, 1819.

Гальванометр, проволочный виток вокруг магнитной стрелки для измерения силы электрического тока —Швайгер, Германия, 1820г.

Движение магнита, создаваемое электрическим током —М. Фарадей, Англия, 1821.

Термоэлектричество, электрический ток, вырабатываемый при нагревании соединения двух непохожих металлов - Открыто профессором Сибекком, Англия, в 1821 году.

Принципы электродинамики, движение, производимое электрическим током—Ампер, Франция. Объявлено в 1823 году.

Закон электрических цепей, закон Ома, сила тока равна электродвижущей силе, деленной на сопротивление цепи —Джордж С. Ом, Германия. Доказано экспериментально в 1826 году; математическое доказательство опубликовано в 1827 году.

Магнитоэлектрическая индукция, наведение электрических токов с помощью магнитного поля —М. Фарадей, Англия, 1831.

Электрический телеграф —профессор С. Ф. Б. Морзе, Соединенные Штаты, 1832 год.

Первая телеграмма, отправленная Морзянкой в 1844 году.

Постоянная электрическая батарея —Дж. П. Дэниелл, Англия, 1836.

Первая моторная лодка -Якоби, Россия, 1839 год.

Индукционная катушка-Румкорфф, Германия, 1851 год.

Дуплексный телеграф, первая практическая система—Стернс, Соединенные Штаты, около 1855-1860гг.

Аккумуляторная батарея, свинцовые пластины в серной кислоте —Гастон Планте, Франция, 1859г.

Телефон, система "сделай сам", первая электрическая передача речи -Филипп Райсс, Германия, 1860 год.

Прокладка атлантического кабеля —Сайрус У. Филд, 1866 год.

Динамо—машина, катушка якоря вращается в поле электромагнита, якорь подает ток как на электромагнит, так и на внешнюю цепь -Уильям Сименс, Германия, 1866.

Кольцевая арматура Грамма для динамо—машины-Грамма, Франция, 1868 год.

Теория о том, что свет состоит из электромагнитных волн—Клерк-Максвелл, Англия, 1873.

Квадруплексный телеграф, отправляющий четыре сообщения по одному проводу одновременно —Эдисон, 1873.

Сифонный самописец для подводного телеграфа, чувствительный к очень слабым токам —сэр Уильям Томсон, Англия, 1874.

Телефон, переменный ток, первый практически работающий телефон —Александр Грэм Белл, Соединенные Штаты, 1876 год.

Электрическая свеча, начало современной дуговой сварки —Павел Яблочков, Россия, 1876.

Телефонный передатчик переменного сопротивления —Эмиль Берлинер и Эдисон работают независимо друг от друга, Соединенные Штаты, 1877 год. Эдисон использовал углеродные контакты, Берлинер - металлические.

Щеточная система дугового освещения—1878.

Электрическая лампа накаливания с угольной нитью накала—Эдисон, 1878.

Первый электровоз —Siemens, Германия, 1879 год.

Телефонный передатчик Блейка—Блейк, Соединенные Штаты, 1880 год.

Аккумуляторная батарея, свинцовые решетки, заполненные активным веществом—Фор, Франция, 1881г.

Электросварка —Элиу Томпсон, США, 1886.

Экспериментально обнаружены электрические волны —Генрих Герц, Германия, 1888.

Когерер для приема электрических волн —Эдвард Бранли, Франция, 1890.

Рентгеновские лучи - Открыты профессором В. К. Рентгеном, Германия; объявлены общественности в 1895 году.

Беспроволочный телеграф—Г. Маркони, Италия, 1896.

Нернст электрик лайт, используется глина, способная проводить электричество при нагревании; она раскаляется без вакуума —Вальтер Нернст, Германия, 1897.

Радий, открытый мадам Кюри во Франции в 1898 году.

Взрывчатые вещества

Порох —Изобретатель и дата неизвестны.

Guncotton—Schönbein, Germany, 1845.

Нитроглицерин—Собrero, 1847.

Взрывчатый желатин—А. Нобель, Франция, 1863.

Динамит—А. Нобель, Франция, 1866.

Бездымный порох—Вьель, Франция, 1866 год.

Огнестрельное оружие и боеприпасы

Винтовочный ствол со спиральной канавкой—Костер, Англия, 1620 год.

Дробовик с казенной частью -Торнтон и Холл, Соединенные Штаты, 1811 год.

Револьвер; устройство "для объединения нескольких длинных стволов таким образом, чтобы они вращались на шпинделе при взведении курка" —Сэмюэл Кольт, Соединенные Штаты, 1836 год.

Затвор ружейного затвора с прерывистой резьбой, Соединенные Штаты, 1849 год.

Магазинное ружье —Уолтер Хант, США, 1849 год.

Заряжающаяся с казенной части винтовка -Мейнард, США, 1851 год.

Обитые железом плавучие батареи, впервые использованные в Крымской войне -1855 год.

Боеприпасы с казенной частью - Райт и Гулд, Соединенные Штаты, 1858 год.

Вращающаяся башня для плавучих батарей —Теодор Тимби, США, 1862 год.

Первая железная плавучая батарея, приводимая в движение паром:*Монитор*-Джон Эрикссон, США, 1862 год.

Пушка Гатлинга —доктор Р. Дж. Гатлинг, Соединенные Штаты, 1862 год.

Автоматический выбрасыватель гильз для револьвера -У. К. Додж, США, 1865 год.

Торпедо—Уайтхед, Соединенные Штаты, 1866 год.

Исчезающий лафет -Монкриф, Англия, 1868 год.

Рикошетный пистолетный замок—Л. Хейлер, Соединенные Штаты, 1870 год.

Магазинная винтовка—Ли, США, 1879 год.

Ружье без курка—Гринер, Соединенные Штаты, 1880 год.

Глушитель для пистолета, крепящийся к стволу пистолета; из пистолета можно стрелять без шума —Maxim, 1909.

Газ, используемый для освещения и электроснабжения

Газ, впервые использованный для освещения —Уильям Мердок, Англия, 1792 год.

Первое уличное газовое освещение в Англии -Ф. А. Уинзор, 1814.

Газовый счетчик—С. Клегг, Англия, 1815 год.

Водный газ, получаемый пропусканием пара над раскаленным добела антрацитовым углем, впервые добыт в Англии в 1823 году.

Освещающий воду газ-Лоу, Соединенные Штаты, 1875 год.

Газовый двигатель, 4-тактный, начало создания современного газового двигателя -Отто и Ланген, Германия, 1877.

Раскаленный газ-мантия —Карл А. фон Вельсбах, Австрия, 1887.

Железо и сталь

Доменная печь, начало черной металлургии -Бельгия, 1340 год.

Использование кокса в доменной печи -Абрам Дарби, Англия, около 1720 года.

Пудлинговое железо —Генри Корт, Англия, 1783-84.

Процесс изготовления отливок из ковкого чугуна-Лукас, Англия, 1804г.

Дутье горячим воздухом для чугунолитейных печей -Дж. Б. Нильсон, Шотландия, 1828.

Цинкование железа —Генри Кроуферд, Англия, 1837 год.

Процесс производства стали: продувка воздухом расплавленного чугуна для выжигания углерода, затем добавление чугуна spiegel; первое производство дешевой стали -сэр Генри Бессемер, Англия, 1855г.

Регенеративная печь, газовая печь, в которой газ и воздух нагреваются перед подачей в печь, обеспечивая чрезвычайно высокую температуру -Уильям Сименс, Англия, 1856.

Мартеновский процесс производства стали-Siemens—Martin, Англия, 1856 год.

Никелевая сталь, намного прочнее обычной стали, используется для изготовления брони —шнайдер, США, 1889г.

Добыча полезных ископаемых

Предохранительная лампа для шахтеров -сэр Хамфри Дэви, Англия, 1815 год.

Перфоратор со сжатым воздухом—К. Берли, Соединенные Штаты, 1866 год.

Алмазное сверло - труба из литой стали с несколькими черными бриллиантами на одном конце. Станок прорезает круглую канавку, оставляя внутри трубы сердцевину. Этот керн извлекается на поверхность с помощью стержня, и измельченная горная порода вымывается водой, нагнетаемой по трубе и текущей вверх по стенкам скважины. Сверло не обязательно останавливать для зачистки —Герман, США, 1854 год.

Фотография

Первый фотографический снимок, не постоянный —Томас Веджвуд, Англия, 1791 год.

Дагерротип, первый проявочный процесс —Луи Дагерр, Франция, 1839.

Первые фотографические портреты, процесс дагерротипии —профессор Дж. У. Дрейпер, США, 1839.

Коллодионный процесс в фотографии —Скотт Арчер, Англия, 1849.

Рулонные фотопленки—Мелуиш, Англия, 1854 год.

Фотография с сухого листа -доктор Дж. М. Топено, 1855.

Фотографическая эмульсия, бромид серебра в желатине, основа современной экспресс—фотографии -Р. Л. Мэддокс, Англия, 1871.

Ручная фотокамера для пластинок —Уильям Шмид, США, 1881.

Печать

Первая печать подвижными шрифтами в Европе и первый печатный станок -Гуттенберг, Германия, около 1445 года.

Шнековый печатный станок-Блаев, Германия, 1620 год.

Первая по значимости газета —лондонский еженедельник "*Курант*", 1625 год.

Создание стереотипов, изготовление тарелок по слепкам типа после их настройки —Уильям Гед, Шотландия, 1731 год.

Первая практическая паровая ротационная печатная машина, бумага, печатаемая с обеих сторон, 1800 оттисков в час -Фредерик Кениг, Германия, 1814 год.

Печать с изогнутых стереотипных форм —Х. Каупер, Англия, 1815.

Молниеносный пресс Hoe's, 2000 оттисков в час —R. Ное, США, 1847.

Печать с непрерывного полотна, бумага намотана в рулоны, печать с обеих сторон одновременно —Уильям Баллок, США, 1865.

Типография "Straightline newspaper perfecting", печатающая 100 000 восьмистраничных статей в час -компания Goss, США.

Линотипный станок. Оператор пользуется клавиатурой, подобной клавиатуре пишущей машинки. Машина устанавливает матрицы, соответствующие типу, разликает тип по линиям из расплавленного металла, доставляет типовые линии на камбуз и возвращает

матрицы в соответствующие трубки. Он выполняет работу пяти человек, набирающих шрифт обычным способом —Отмар Моргенталер, Соединенные Штаты, 1890 год.

Навигация в Steam

Первый пароход в мире —Rarip, река Фульда, Германия, 1705 год.

Первый пароход в Америке —Джон Фитч, река Делавэр, 1783 год.

Первый пассажирский пароход в мире "*Клермон*"—Роберт Фултон, река Гудзон, 1807 год.

Первый пароход, пересекший Атлантику, "*Саванна*", построенный в Нью—Йорке -Первое путешествие через Атлантику, 1819 год.

Гребной винт, впервые использованный на пароходе —Джон Эрикссон, США, около 1836 года.

Составные двигатели, принятые на вооружение для пароходов —1856.

Первый пароход с турбиной, *Turbinia*-Парсонс, 1895.

Первое торговое паротурбинное судно "*Король Эдуард*-Денни и братья, Англия, 1901 год.

Пар , используемый для энергетики и наземного транспорта

Первая паровая машина с поршнем -Дени Папен, Франция, 1690 год.

Первое практическое применение силы пара для перекачки воды —Томас Сэвери, Англия, 1698г.

Паровая машина двойного действия и конденсатор -Джеймс Уатт, Шотландия, 1782 год.

Паровоз, впервые использованный для перевозки грузов по железной дороге -Ричард Треветик, Англия, 1804 год.

Первая пассажирская паровая железная дорога "Стоктон и Дарлингтон" —Джордж Стивенсон, Англия, 1825 год.

Первый паровоз в Соединенных Штатах, "Стоурбридж Лайон" -1829.

Движение звеньев локомотивов —Джордж Стивенсон, Англия, 1833.

Паровой свисток, принятый для использования на локомотивах -Джордж Стивенсон, 1833.

Паровой молот -Джеймс Нэсмит, Шотландия, 1842 год.

Датчик давления пара-Бурдон, Франция, 1849г.

Двигатель Корлисса —Г. Х. Корлисс, Соединенные Штаты, 1849 год.

Первая практическая паровая турбина -К. А. Парсонс, Англия, 1884г.

Текстильная промышленность

Летающий челнок, первое важное изобретение в ткачестве, приведшее к созданию современного ткацкого оборудования —Джон Кей, Англия, 1733 год.

Прядение-Дженни—Джеймс Харгривз, Англия, 1763 год.

Силовой ткацкий станок —Джеймс Картрайт, Англия, 1785 год.

Хлопкоочистительная машина для отделения семян от волокон дала новый импульс хлопковой промышленности. Производство хлопка увеличилось за пять лет с 35 000 до 155 000 тюков —Эли Уитни, Соединенные Штаты, 1792 год.

Ткацкий станок для ткачества узоров —М. Ж. Жаккард, Франция, 1801.

Применение пара к ткацкому станку —Уильям Хоррокс, Англия, 1803 год.

Вязальная машина-Брюнель, Англия, 1816 год.

Швейная машинка -Элиас Хоу, Соединенные Штаты, 1846 год.

Мерсеризованный хлопок —Джон Мерсер, Англия, 1850 год.

Процесс изготовления искусственного шелка—H. de Chardonnet, France, 1888.

Обработка древесины

Мельник по круглой пиле по дереву, Англия, 1777 год.

Строгальный станок по дереву -Сэмюэл Бентам, Англия, 1791 год.

Машина для фрезерования древесины -М. Дж. Брюнель, Англия, 1801 год.

Ленточная пила по дереву-Ньюберри, Англия, 1808 год.

Токарный станок для обточки древесины неправильной формы —Томас Бланчард, США, 1819 год.

Усовершенствованный строгальный станок -Уильям Вудворт, США, 1828 год.

Разное

Первый несгораемый сейф —Ричард Скотт, Англия, 1801 год.

Стальное перо, гусиное перо, использовавшееся до настоящего времени, Англия, 1803 год.

Первый спасатель -Джон Эдвардс, Англия, 1805 год.

Счетная машина —Чарльз Бэббидж, Англия, 1822 год.

Первые фрикционные спички —Джон Уокер, США, 1827 год. Кремень и сталь использовались для разжигания огня еще до изобретения спичек.

Первая портативная паровая пожарная машина -Бритуэйт и Эрикссон, Англия, 1830 год.

Вулканизация резины —Чарльз Гудьер, Соединенные Штаты, 1839 год.

Пневматическая шина—Р. У. Томпсон, Англия, 1845 год.

Замок с часовым механизмом для сейфов-Сэвидж, США, 1847 год.

Оборудование для изготовления спичек -А. Л. Денисон, США, 1850 год.

Американские механические часы-Соединенные Штаты, 1850 год.

Защитные спички—Лундстрем, Швеция, 1855 год.

Спальный вагон-Вудрафф, Соединенные Штаты, 1856 год.

Печатная машина для слепых, происхождение пишущей машинки -Альфред Э. Бич, США, 1856 год.

Канатная дорога -Э. А. Гарднер, Соединенные Штаты, 1858 год.

Забитый колодец, железная труба с заостренным концом и перфорацией, вбитая в землю — полковник Н. У. Грин, Соединенные Штаты, 1861 год.

Пассажирский лифт —Э. Г. Отис, США, 1861 год.

Первая практическая пишущая машинка —К. Л. Шолес, США, 1861.

Пневматический тормоз на железной дороге, использование давления воздуха при торможении колес автомобиля. Сильная пружина прижимает тормоз к колесам. Воздух воздействует на пружину и удерживает тормоз подальше от колес. Чтобы нажать на тормоз, воздух выходит наружу, уменьшая давление и позволяя пружине действовать —Джордж Вестингауз, США, 1869.

Продавец наличных в магазине -доктор Браун, США, 1875 год.

Валковые мукомольные мельницы—Ф. Вегман, США, 1875 год.

Кинетоскоп, машина для создания движущихся изображений -Эдисон, 1893.

КОНЕЦ